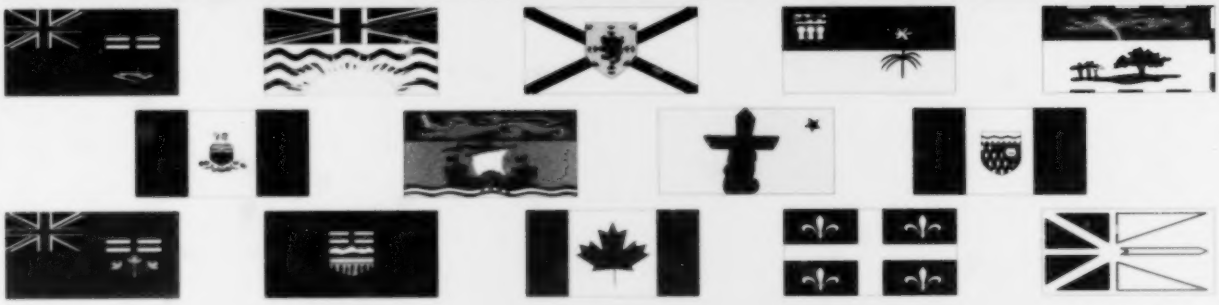


UNE ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTALES POUR LE CANADA DU PROTOCOLE DE KYOTO

Groupe d'analyse et de modélisation

Novembre 2000

Processus national sur le changement climatique
National Climate Change Process

103-07116/

UNE ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTALES POUR LE CANADA DU PROTOCOLE DE KYOTO

GROUPE D'ANALYSE ET DE MODÉLISATION

PROCESSUS NATIONAL SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Novembre 2000

Le 29 novembre 2000

David Oulton,
Coprésident,
Secrétariat national sur le
changement climatique,
55, rue Murray, bureau 600
Ottawa (Ont.) K1N 5M3

John Donner,
Coprésident,
Secrétariat national sur le
changement climatique,
9915, Rue 108, 10e étage
Edmonton (Alb.) T5K 2G8

Messieurs,

Au nom de tous les membres du Groupe d'analyse et de modélisation (GAM), nous sommes heureux de vous transmettre le présent rapport intitulé Une évaluation des conséquences économiques et environnementales pour le Canada du Protocole de Kyoto. Ce rapport résume l'approche analytique, les hypothèses et les principales leçons des travaux du GAM au cours des deux dernières années.

Le rapport a été préparé conformément au mandat approuvé par le CCNPA-CC au milieu de 1998. Ce mandat conférait au GAM la réalisation d'une analyse intégrée des conséquences économiques, sociales et environnementales du Protocole de Kyoto.

Tous les membres du GAM conviennent que ce document est un reflet exact des travaux analytiques accomplis jusqu'à maintenant. Bien qu'il y ait toujours des différences d'interprétation dans certains domaines, un consensus général a été obtenu sur les Principales leçons.

Dans les Principales leçons, plusieurs questions sont signalées pour analyse future. Le GAM a beaucoup appris concernant le processus analytique et les consultations générales. Si le CCNPA le souhaite, le GAM fournira ses recommandations sur la substance et la structure d'une analyse future.

Agréez, je vous prie, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Charles Lester
Coprésident du GAM
Ministère des Mines et de l'Énergie
de Terre-Neuve et du Labrador

Neil McIlveen
Coprésident du GAM
Ressources naturelles Canada

Au nom de :

Shelley Murphy
Ministère de l'Emploi et de l'Investissement de la Colombie-Britannique

Grant Hilsenteger
Environnement Alberta

David Hanly
Énergie et Mines de la Saskatchewan

Wilf Falk
Bureau des statistiques du Manitoba

Than Nguyen
Ministère de l'Énergie, des Sciences et de la Technologie de l'Ontario

Thomas Storring
Ministère des Finances de l'Ontario

Roger Corbeil
Ministère des Ressources naturelles du Québec

Claude Sauvé
Ministère de l'Environnement du Québec

George Foote
Ministère des Ressources naturelles de la Nouvelle-Écosse

Anna Soininen
Ministère des Ressources, de la Faune et du Développement économique des Territoires du Nord-Ouest

Stephen McClellan
Environnement Canada

Jay Barclay
Environnement Canada

Réjean Casaubon
Ressources naturelles Canada

Nick Marty
Ressources naturelles Canada

Table des matières

REMERCIEMENTS v

RÉSUMÉ vii

APPROCHE ANALYTIQUE ix

PRINCIPALES LEÇONS xiv

CONCLUSIONS xviii

1. INTRODUCTION 1

2. ENSEMBLES D'OPTIONS ET LES VOIES 5

2.1. OPTIONS DES TABLES DE CONCERTATION 5

2.2. ENSEMBLES D'OPTIONS 5

2.3. LES VOIES 7

3. CADRE ANALYTIQUE 11

3.1. APERÇU 11

3.2. LES MODÈLES 12

3.3. LES HYPOTHÈSES SERVANT AU CADRE 18

3.4. COMPRENDRE LES RÉSULTATS 21

4. RÉSULTATS DU MODÈLE ÉNERGIE-TECHNOLOGIE 27

4.1. CONTEXTE DES RÉSULTATS DU CANADA AGIT SEUL 29

4.2. RÉSULTATS - LE CANADA AGIT SEUL 31

4.3. CONTEXTE DES RÉSULTATS DES SCÉNARIOS INTERNATIONAUX 41

4.4. RÉSULTATS - VOIE 2, KYOTO SERRÉ ET KYOTO LÂCHE 42

4.5. RÉSULTATS - VOIE 4, KYOTO SERRÉ ET KYOTO LÂCHE 45

4.6. SÉNSIBILITÉS 47

5. RÉSULTATS MACROÉCONOMIQUES 53
5.1. INTRODUCTION 54
5.2. CONTEXTE DES RÉSULTATS 55
5.3. RÉSULTATS NATIONAUX 56
5.4. RÉSULTATS SECTORIELS 63
5.5. RÉSULTATS PROVINCIAUX 65
5.6. COMPÉTITIVITÉ 67
6. UN POINT DE VUE COMPLÉMENTAIRE : L'ANALYSE À L'AIDE DU MEGMSC 71
6.1. CONTEXTE 71
6.2. RÉSULTATS DE LA VOIE 4 – LE CANADA AGIT SEUL 73
6.3. VOIE 4 – KYOTO LÂCHE 75
6.4. VOIE 3 – LE CANADA AGIT SEUL 77
6.5. COMPARAISON AUX RÉSULTATS DES AUTRES MODÈLES ... 79
7. IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SUR LA SANTÉ 83
7.1. INTRODUCTION 84
7.2. APPROCHE 84
7.3. OBSERVATIONS ET RÉSULTATS 86
7.4. ÉVALUATION QUALITATIVE 93
7.5. TRAVAUX FUTURS 94
8. CONCLUSIONS 97
ANNEXE 1: L'AVENIR: PERSPECTIVES DES INTERVENANTS ... 103
BIBLIOGRAPHIE 107

Liste des tableaux

TABLEAUX

2.1 OPTIONS DES TABLES DE CONCERTATION POUR LA SYNTHÈSE 6
2.2 AMPLEUR DE L'ÉCHANGE DE PERMIS DANS LA VOIE 3 ET LA VOIE 4 8
2.3 SOMMAIRE DES VOIES PAR ORIENTATION 10
3.1 LE CADRE DE SYNTHÈSE 11
3.2 STRUCTURE DE MODÉLISATION 13
3.3 SCÉNARIOS EIA - POURCENTAGE D'ÉCART PAR RAPPORT AU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE 20
3.4 ÉLÉMENTS D'ÉVALUATION DES COÛTS ET AVANTAGES ÉCONOMIQUES, ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX 22
4.1 VOIES ET SCÉNARIOS EXAMINÉS DANS L'ANALYSE MICROÉCONOMIQUE 27
4.2 ÉMISSIONS NATIONALES DE GES - 2010 - LE CANADA AGIT SEUL 31
4.3 COÛT MARGINAL DE LA RÉDUCTION DES GES - LE CANADA AGIT SEUL . 32
4.4 INVESTISSEMENTS ET COÛTS NETS PAR VOIE - LE CANADA AGIT SEUL . 33
4.5 CONSOMMATION D'ÉNERGIE EN UTILISATION FINALE PAR COMBUSTIBLE - 2010 - LE CANADA AGIT SEUL 35
4.6 VENTILATION SECTORIELLE DES RÉDUCTIONS DE GES - 2010 - LE CANADA AGIT SEUL 36
4.7 ÉMISSIONS DE GES DU SECTEUR DE L'ÉLECTRICITÉ - 2010 - LE CANADA AGIT SEUL 36
4.8 CAPTURE ET ENTREPOSAGE DE CO_2 - 2010 - LE CANADA AGIT SEUL 37
4.9 SECTEUR DE L'ÉLECTRICITÉ - CONSOMMATION D'ÉNERGIE PAR COMBUSTIBLE - 2010 - LE CANADA AGIT SEUL 37
4.10 SECTEUR DU TRANSPORT - CONSOMMATION D'ÉNERGIE PAR COMBUSTIBLE -2010 - LE CANADA AGIT SEUL 49
4.11 ÉMISSIONS PROVINCIALES - MSQ 2010 49
4.12 VENTILATION RÉGIONALE DES RÉDUCTIONS DE GES - 2010 - LE CANADA AGIT SEUL 40
4.13 ÉMISSION PAR HABITANT - LE CANADA AGIT SEUL 40
4.14 VENTILATION RÉGIONALE DES COÛTS - LE CANADA AGIT SEUL 41
4.15 ÉMISSIONS NATIONALES DE GES - 2010 - SCÉNARIOS DE LA VOIE 2 42
4.16 INVESTISSEMENTS ET COÛTS NETS - SCÉNARIOS DE LA VOIE 2 43
4.17 CONSOMMATION D'ÉNERGIE SECTORIELLE FINALE - 2010 - SCÉNARIOS DE LA VOIE 2 43
4.18 VENTILATION SECTORIELLE DES RÉDUCTIONS DE GES - 2010 - SCÉNARIOS DE LA VOIE 2 44
4.19 VENTILATION RÉGIONALE DES RÉDUCTIONS - 2010 - SCÉNARIOS DE LA VOIE 2 44
4.20 ÉMISSIONS NATIONALES DE GES - 2010 - SCÉNARIOS DE LA VOIE 4 45
4.21 INVESTISSEMENTS ET COÛTS NETS - SCÉNARIOS DE LA VOIE 4 45
4.22 CONSOMMATION D'ÉNERGIE SECTORIELLE FINALE - 2010 - SCÉNARIOS DE LA VOIE 4 46
4.23 VENTILATION SECTORIELLE DES RÉDUCTIONS DE GES - 2010 - SCÉNARIOS DE LA VOIE 4 46

4.24 VENTILATION RÉGIONALE DES RÉDUCTIONS - 2010 - SCÉNARIOS DE LA VOIE 4 47
5.1 VOIES ET SCÉNARIOS - ANALYSE INFORMETRICA 55
5.2 EFFET DIRECT SUR LES SECTEURS DE REVENU 2000 À 2020 (SCMI, MAM) . 57
5.3 EFFET DIRECT DES COÛTS SUR LE PIB (SCMI, MAM) 58
5.4 PIB CANADA (SCMI, MAM) 59
5.5 EFFET SUR L'INFLATION (DÉFLATEUR DU PIB) (SCMI, MAM) 60
5.6 REVENU DISPONIBLE PAR MÉNAGE (SCMI, MAM) 61
5.7 EFFET SUR LA BALANCE ET L'ÉPARGNE (SCMI, MAM) 62
5.8 CHANGEMENT DANS LE PIB PAR SECTEUR 2000 À 2020 (SCMI, MAM) 64
5.9 CHANGEMENT DANS LE PIB PAR SECTEUR 2013 À 2018 (SCMI, MAM) 65
5.10 EFFET SUR LE PIB PROVINCIAL 2013 - 2018 (SCMI, MAM) QUÉBEC ET EST (SCMI, MAM) 66
5.11 EFFET SUR LE PIB PROVINCIAL 2013-2018 (SCMI, MAM) ONTARIO ET OUEST (SCMI, MAM) 66
5.12 MESURES DE LA COMPÉTITIVITÉ 67
5.13 PRODUCTIVITÉ TOTALE DES FACTEURS (SCMI, MAM) 68
5.14 CHANGEMENT DANS LES EXPORTATIONS PAR SECTEUR 2013 À 2018 (SCMI, MAM) 69
5.15 CHANGEMENT DANS LE COÛT UNITAIRE PAR SECTEUR 2013 À 2018 (SCMI, MAM) 69
6.1 CE QUE PRÉVOIT LE MCESG 72
6.2 VOIES ET SCÉNARIOS POUR L'ANALYSE DU MCESG 72
6.3 CANAUX POUR LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS 73
6.4 ÉMISSIONS ET UTILISATION DE COMBUSTIBLES FOSSILES DANS LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ - VOIE 4CA 73
6.5 EFFET SUR LA SOURCE D'ÉNERGIE - VOIE 4CA 74
6.6 PRINCIPALES RÉDUCTIONS SECTORIELLES - VOIE 4CA 74
6.7 PIB PROVINCIAL - VOIE 4CA 75
6.8 COMPARAISON DES PRIX DE L'ÉNERGIE ET UTILISATIONS - VOIE 4CA ... 79
6.9 COMPARAISON DES COMBUSTIBLES FOSSILES UTILISÉS DANS LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ - VOIE 4CA 80
6.10 COMPARAISON DES SECTEURS SUBISSANT LA PLUS FORTE BAISSE DU PIB - VOIE 4CA 80
6.11 COMPARAISON DU PIB PROVINCIAL - VOIE 4CA - 2013-2018 81
7.1 VOIES ET SCÉNARIOS POUR L'ANALYSE DES IES 84
7.2 ÉMISSIONS DES CAC DANS LE SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE 86
7.3 CHANGEMENT DANS CERTAINES ÉMISSIONS DES CAC SELON LES VOIES D'ANALYSE ET MODÈLES 88
7.4 RÉDUCTIONS REQUISES DANS LES ÉMISSIONS DES CAC PAR RÉGION POUR ATTEINDRE LE NPC POUR LES PM ET L'OZONE 88
7.5 CHANGEMENT MAXIMUM DE LA CONCENTRATION DANS L'AIR 90
7.6 EFFETS PHYSIQUES - 2010 - VOIE 2CA DU MAM 90
7.7 COBÉNÉFICES ESTIMÉS 91

Remerciements

Le Groupe d'analyse et de modélisation (GAM) a profité énormément, lors de son analyse intégrée, des conseils et de l'aide d'un grand nombre de personnes et d'organisations des communautés de la recherche, de la consultation et des intervenants. La conscience professionnelle et l'esprit de collaboration de ces personnes et de ces organisations étaient essentiels à l'accomplissement de cette tâche extraordinairement complexe. En nous excusant auprès de toute personne qui, par inadvertance, a été omise de la liste, le GAM souhaite exprimer ses remerciements aux personnes suivantes :

- Richard Loulou, Amit Kanudia et leurs collègues à HALOA.
- Mark Jaccard, John Nyboer, Alison Bailie et le personnel de M.K. Jaccard and Associates/ERG.
- Carl Sonnen et ses associés à Informetrica Ltd.
- Jeremy Rudin, Philip Bagnoli, Aled ab Iorwerth, Tony Peluso et Yazid Dissou de l'équipe de modélisation du ministère des Finances.
- Doug Bruchet, Al Howatson, Abha Bhargava, Morgan Macrae, Stacey Schorr, Erin Down, Brian Guthrie, Stephen Dobson et le reste de l'équipe du Forum d'analyse économique du changement climatique.
- Peter Sol et Nick Macaluso d'Environnement Canada
- Les représentants des liaisons des Tables de concertation, notamment Jack Belletrutti, Darcie Booth, Matthew Bramley, Graham Campbell, John Dillon, Chris Feetham, Michel Francoeur, Rick Hyndman, John Lawson, Tony Lempriere, Bob Redhead, Randolph Seercharan et Ed Wojcznski.
- Cathy Wilkinson de Global Change Strategies International Inc., Angelo Proestos de Cheminfo Services Inc., Robert Caton de Alchemy Consulting Inc., Jacek Kamininski de ARM Consultants et Mike Moran d'Environnement Canada .
- Tous les membres du sous-groupe sur les impacts environnementaux et sur la santé ainsi que le groupe consultatif des intervenants.
- John Sargent du ministère des Finances et du Groupe de travail sur les permis échangeables.

- Philippe Crabbé de l'Université d'Ottawa.
- André Plourde de l'Université de l'Alberta.
- Ian Hayhow de Ressources naturelles Canada.
- Anciens membres du GAM: Warren Bell, Lynn Berthiaume, Trevor Dark, Duncan Ferguson, Tony Harras, Linda Hutchinson, Luis Leigh et Dean Stinson O'Gorman.

Deux remerciements particuliers doivent être exprimés:

- le premier, aux anciens coprésidents du GAM, Sue Kirby de Ressources naturelles Canada et Dan McFadyen d'Énergie et Mines, Saskatchewan, dont la vision et le leadership ont contribué à la mise en place du cadre de notre fonctionnement
- le deuxièmeme, au Secrétariat du GAM, Catherine Roberts et Nancy Roberts de Ressources naturelles Canada qui, en plus de leur importante contribution à l'effort d'analyse, ont accompli des miracles d'organisation pour assurer la bonne marche du processus.

Résumé

En avril 1998, les Ministres de l'Énergie et de l'Environnement des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux ont lancé le Processus national sur le changement climatique (PNCC), une grande enquête sur la faisabilité et les conséquences de l'engagement du Canada en regard du Protocole de Kyoto. La pierre angulaire du PNCC était l'établissement d'un certain nombre de Tables de concertation et de Groupes de travail afin qu'ils étudient diverses dimensions du défi posé par l'engagement de Kyoto et qu'ils émettent des recommandations.

Le Groupe d'analyse et de modélisation (GAM) est un de ces groupes de travail. Il est composé de représentants et d'analystes de deux ministères du fédéral (Ressources naturelles Canada et Environnement Canada) et des gouvernements des provinces et des territoires. La principale tâche du GAM est d'entreprendre la synthèse, soit l'évaluation intégrée des conséquences économiques et environnementales pour le Canada de l'atteinte de l'objectif de Kyoto. On a demandé au GAM, dans la réalisation de cette synthèse, d'utiliser comme principaux intrants les options, les analyses afférentes et les autres suggestions élaborées par les Tables de concertation, notamment celles de l'agriculture, des bâtiments, de l'électricité, des produits forestiers, de l'industrie, des municipalités et des transports, qui se sont concentrées sur des secteurs précis, et du Groupe de travail sur les permis échangeables (GTPE). De plus, le GAM devait effectuer son analyse d'une manière transparente et étapiste afin de permettre l'examen général des résultats par des intervenants.

Le présent rapport décrit l'approche analytique élaborée par le GAM, il présente les principaux résultats et constats, il note les limites de l'analyse et indique des domaines de recherche additionnelle. L'objectif du présent résumé est de fournir les points saillants du rapport. Mais avant de ce faire, il est cependant important de consacrer quelques paragraphes à situer le rapport et ses résultats, c'est-à-dire ce qu'ils sont et ce qu'ils ne sont pas.

La synthèse du GAM a été bien décrite comme un « exercice d'établissement de l'ampleur ». Son principal objectif est de fournir aux responsables des politiques une orientation sur « l'ordre de grandeur » entourant certains enjeux fondamentaux afférents à l'atteinte de l'objectif de Kyoto, y compris :

- les conséquences économiques de différentes grandes approches sur les politiques, telles que l'utilisation de diverses combinaisons d'une série de mesures précises et un grand instrument économique, soit les conséquences d'exiger de chaque secteur qu'il atteigne un objectif commun plutôt qu'un objectif national global;

- les bénéfices et les coûts potentiels d'un plus grand accès aux mécanismes de

souplesse de Kyoto;

- les répartitions sectorielles et régionales de réduction des émissions et des coûts de l'atteinte de l'objectif;
- le degré auquel la position compétitive du Canada pourrait être affectée par l'atteinte de l'engagement de Kyoto;
- l'importance relative des cobénéfices de l'atténuation des gaz à effet de serre (GES), notamment ceux qui sont liés aux améliorations de la qualité de l'air;
- des domaines ou des activités qui semblent offrir un grand potentiel de réduction des émissions et, réciproquement, des domaines ou activités dont le potentiel semble être limité.

Ce qui précède devrait clairement exprimer que les résultats de la synthèse ne devraient pas être considérés comme un plan d'action. La précision des résultats n'est pas assez grande et plusieurs des grandes hypothèses sont trop spéculatives pour une telle interprétation. Voici trois exemples qui soulignent ce point. Premièrement, la décision du Canada, et probablement celle des États-Unis, de ratifier le Protocole de Kyoto sera évidemment fondée sur le résultat des négociations sur la structure des différents mécanismes de souplesse, notamment le système international d'échange d'émissions, la mise en oeuvre conjointe (MOC) et le mécanisme de développement propre (MDP). Au moment de rédiger le présent rapport, il y a peu d'information concernant le résultat de ces négociations. Les hypothèses de la synthèse du GAM concernant la forme probable des mécanismes de Kyoto et la réponse des partenaires commerciaux du Canada, notamment des États-Unis, à ceux-ci, ne sont donc rien de plus que des suppositions éclairées. L'analyse devra être raffinée à mesure que deviennent disponibles des renseignements additionnels entourant les négociations.

Le deuxième exemple porte sur les impacts estimés sur l'industrie. Bien que les divers modèles indiquent tous qu'il y aura une grande variation des impacts selon les industries, il n'a pas de consensus sur quelles industries seront les plus touchées. Les différences dans les classifications reflètent les diverses hypothèses au sujet de la capacité d'industries particulières à s'ajuster ainsi que l'importance accordée aux impacts sur les fournisseurs, les clients et les compétiteurs d'une industrie donnée. Bien que le GAM ait réalisé certains progrès dans son examen de la question de la compétitivité, il faudra effectuer une analyse industrielle plus poussée, portant peut-être principalement sur des mesures précises, afin d'avoir une plus grande confiance dans nos énoncés sur les impacts sur l'industrie.

Le troisième exemple porte sur l'application d'un système national d'échange d'émissions. Le Groupe de travail sur les permis échangeables a fait un progrès considérable dans son examen des principes et des caractéristiques associés à un tel

système. Cependant, le consensus n'a pas été atteint sur une méthode d'allocation des permis. La synthèse nécessitait que certaines hypothèses soient effectuées concernant l'allocation, par exemple, l'inclusion de droits acquis et des enchères avec recyclage ou non des revenus. Comme le remarque ce rapport, la méthode, c'est-à-dire l'allocation des permis aux ménages, choisie par le GAM seulement pour des raisons analytiques, produit des pressions inflationnistes. Cependant, il faut savoir que chaque méthode d'allocation produira sa propre série unique de conséquences. Jusqu'à ce qu'une approche portant sur les allocations soit proposée, les résultats du GAM entourant les conséquences d'un système de permis échangeables devraient et doivent demeurer préliminaires et provisoires.

Approche analytique

L'approche analytique à la synthèse a trois grands éléments : une série de politiques auxquelles on se réfère par l'appellation « voies »; une série d'hypothèses conceptuelles, dont les plus importantes sont celles sur le scénario international décrivant la forme probable des mécanismes de Kyoto et la réaction des États-Unis à ceux-ci; et une structure de modélisation permettant d'examiner systématiquement les diverses combinaisons de voies et de scénarios ou d'autres variables. Chacun de ces éléments est brièvement décrit ci-dessous.

Les voies

Le Comité de coordination national sur les problèmes atmosphériques (CCNPA) a demandé au GAM d'examiner cinq ensembles ou voies de politiques. Bien que c'est complexe par rapport à leur description précise, les voies sont différenciées par différents degrés d'utilisation de mesures précises et de systèmes de permis échangeables et par l'imposition d'objectifs sectoriels par opposition à des objectifs nationaux. Les options des Tables de concertation sont présentes dans toutes les voies, explicitement ou implicitement, en autant que les activités sous-jacentes puissent être choisies si elles sont conformes à certains critères de rentabilité. Voici les cinq voies :

Voie 0 : la somme intégrée des options des Tables de concertation.

Voie 1 : chaque secteur atteint un objectif de moins 6 p. 100 en se servant des options des tables, appuyées par un système de permis échangeables pour la production d'électricité et d'une taxe sur le carburant dans les transports.

Voie 2 : une approche optimisée dans laquelle l'objectif de moins 6 p. 100 est établi partout au pays et les mesures et options sont entreprises selon leur rentabilité. Comme une des options proposée par le Groupe de travail sur les permis échangeables (GTPE), un système de permis échangeables est conjointement établi pour les grands émetteurs (essentiellement les producteurs d'électricité et l'industrie lourde, qui représentent environ 35 p. 100 du total des

émissions). Les autres secteurs se servent de mesures précises fondées sur les coûts d'atténuation les plus bas.

Voie 3 : se sert du même système de permis que la voie 2, mais le plafond conjoint est établi à 6 p. 100 en-dessous des niveaux de 1990. Tous les autres secteurs utilisent les mesures précises de la voie 1.

Voie 4 : basée sur l'autre proposition du GTPE, un système de permis échangeables est établi sur la plus grande partie pratique de l'économie. Ce système couvre environ 85 % des émissions. Les autres secteurs, tels que les décharges, l'agriculture et les émissions de la production du pétrole et du gaz non liées à la combustion, utilisent des mesures précises pour atteindre la réduction requise des émissions.

Comme nous pouvons le constater, les voies s'échelonnent, plus ou moins progressivement, le long d'une dépendance croissante sur un grand instrument économique pour atteindre l'objectif de Kyoto. De plus, les voies 1 et 3 examinent les conséquences d'un objectif équivalent pour chaque secteur, alors que les voies 2 et 4 examinent, par l'entremise de mécanismes différents, un grand objectif national et des mesures et des options basées sur la rentabilité.

Les scénarios de Kyoto

Une analyse de simulation de cette complexité nécessite un grand nombre d'hypothèses externes, chacune devant être minutieusement examinée à la lumière de l'évidence. Les plus importantes de toutes sont les scénarios de Kyoto.

Le Protocole de Kyoto incorpore un certain nombre de mécanismes de souplesse permettant aux pays de transférer une portion de leurs obligations à d'autres pays. Au moment d'écrire le présent rapport, la forme de ces mécanismes n'est pas bien établie et elle fait l'objet de négociations internationales continues. Il est cependant important de comprendre les conséquences des résultats éventuels de ces négociations pour la capacité du Canada d'atteindre son objectif de Kyoto. Il est tout aussi important de tenir compte de la réaction des partenaires commerciaux du Canada, notamment des États-Unis, à cause des répercussions, principalement par l'entremise du commerce, sur l'activité économique du Canada.

Trois scénarios ont été élaborés afin de pouvoir couvrir une gamme de réponses. Dans *Le Canada agit seul*, on suppose que le Canada est le seul pays à entreprendre de réaliser son engagement de Kyoto. Ce scénario a principalement été élaboré afin de montrer l'impact des politiques de réduction des émissions canadiennes isolées des effets potentiels qui pourraient intervenir à cause des politiques d'autres pays. Il est évident que ce n'est pas un scénario probable.

Les deux autres scénarios ont été élaborés sur la base de l'étude réalisée en 1998 par Energy Information Administration (EIA) du U.S. Department of Energy. L'étude de l'EIA a analysé plusieurs cas permettant aux États-Unis d'atteindre son objectif de Kyoto à l'aide de différentes combinaisons d'échanges de permis nationaux et internationaux. Deux de ces cas, auxquels on se réfère dans le présent rapport comme étant *Kyoto lâche* et *Kyoto serré*, ont été choisis.

Kyoto lâche suppose une situation dans laquelle un système d'échange international de permis est bien établi d'ici 2010, comportant de faibles coûts de transaction, la participation par certains pays en développement et de nombreuses occasions de MOC et de MDP. Dans de telles circonstances, l'étude de l'EIA indique que les É.-U. peuvent transférer 75 p. 100 de leurs obligations internationalement à un prix international de permis de 24 $CAN la tonne de CO_2. Ce résultat est semblable à la position préférée par l'administration Clinton.

Par contre, *Kyoto serré* suppose que le système international d'échange de permis n'est pas aussi bien développé, ayant conséquemment des coûts de transaction plus élevés, que la participation des pays en développement est limitée et que les occasions de MOC et de MDP sont contraintes. Selon l'étude de l'EIA, cela provoquerait le transfert par les É.-U. de seulement le tiers de leurs obligations au plan international, le reste devant être géré par des activités nationales. Le prix conséquent du permis est de 58 $CAN la tonne de CO_2. *Kyoto serré* peut être considéré comme condition minimum de ratification par les É.-U.

L'utilisation de l'étude de l'EIA avait comme objectif principal l'obtention d'une fourchette crédible de prix internationaux du carbone afin de les incorporer dans notre analyse nationale. Un autre bénéfice de ce choix est que l'étude fournit aussi une analyse exhaustive des activités américaines concernant sur les prix de l'énergie, les importations d'énergie et l'activité économique permettant d'encadrer l'analyse nationale.

La structure de modélisation

Afin d'évaluer systématiquement les différentes combinaisons de voies et de scénarios, le GAM a lié un certain nombre de modèles spécialisés provenant du secteur privé ou du gouvernement dans sa structure globale de modélisation. L'approche est d'utiliser les extrants d'une série de modèles comme intrants pour les autres. Voici les trois séries de modèles :

Micromodèles : Les modèles évaluent les impacts directs, soient les investissement requis, les changements des flux d'énergie et les réductions des émissions de GES, associés aux combinaisons de voies et de scénarios sous l'hypothèse délibérément imposée que l'activité économique demeure en grande partie inchangée. Deux modèles d'énergie-technologie, soit le Modèle d'allocation du marché (MAM) et le Système canadien de modélisation intégrée (SCMI), ont été choisi à cette fin afin de capturer

diverses perspectives de modélisation. Le MAM est un modèle d'optimisation qui fournit la solution au coût financier le plus bas pour l'atteinte d'une contrainte, telle qu'un objectif stipulé d'émissions. Par contre, le SCMI incorpore des données concernant l'expérience réelle des consommateurs et des producteurs et permet des réponses à la politique proposée qui tiennent compte des considérations non financières. Toute autre question étant égale, le MAM devrait produire un coût plus bas que le SCMI. Le MAM et le SCMI diffèrent aussi dans leur approche à l'établissement du prix de l'énergie. Le premier utilise un système de prix basé sur le coût marginal de telle manière que le prix du carbone est déterminé par la dernière tonne défalquée. Le SCMI suppose un prix moyen du coût de telle manière que le coût moyen de toutes les émissions réduites est incorporé dans le prix. Cette distinction n'est pas particulièrement importante pour l'établissement du prix des produits pétroliers ou gaziers, mais elle est cependant essentielle à l'établissement du prix de l'électricité. Le profil des émissions et des autres circonstances en agriculture sont si différentes, à comparer aux autres secteurs, que des modèles spéciaux maintenus par Agriculture Canada ont été utilisés et leurs résultats ont été combinés aux résultats du SCMI et du MAM.

Macromodèles : Les modèles macro évaluent les conséquences économiques globales, c'est-à-dire les changements dans l'activité économique, l'emploi, le commerce et la compétitivité ainsi que les soldes des gouvernements, par rapport à un choc des politiques. Deux modèles ont aussi été utilisés à cette fin, soient le Modèle Informetrica (MI) dont se sert Informetrica Ltd et le Modèle d'équilibre général multi-sectoriel du Canada (MEGMSC) élaboré par le ministère des Finances. Les deux modèles contiennent beaucoup de détails sectoriels et peuvent produire des résultats au plan provincial. Ils sont cependant différents dans leur approche. Le MI se concentre sur le processus d'ajustement alors que l'économie réagit à la nouvelle politique et, donc, il permet le sous ou le suremploi transitionnel des capitaux et de la main-d'oeuvre. Le MEGMSC emploie un cadre d'équilibre général et se concentre sur le résultat à long terme du changement de politiques après la mise en place de tous les ajustements. Le MEGMSC est aussi un modèle plus hybride, incorporant des caractéristiques micro et macroéconomiques. Il peut donc fournir une solution entièrement intégrée, couvrant à la fois les changements de l'activité économique et des conséquences sur les émissions de ces changements. De cette manière, alors que le MEGMSC incorpore certains des résultats des micromodèles, il est probablement mieux de l'envisager comme fournissant un éclairage complémentaire à l'ensemble des résultats MAM-SCMI-MI.

Modèles environnementaux et sur la santé : Afin d'examiner les conséquences environnementales et de santé des options de politiques, notamment les changements de santé conséquents à la réduction des critères des contaminants de l'air associés aux politiques sur les GES, le GAM s'est fondé sur une série de modèles maintenus par Environnement Canada. Le modèle estime les changements des polluants atmosphériques, soient SO_X, NO_X, COV, les particules et le monoxyde de carbone associé aux différentes combinaisons des voies et des scénarios, utilisant les résultats des changements de l'énergie tirés des micromodèles comme intrant. Plusieurs modèles spécialisés traduisent

par la suite ces changements des niveaux d'émissions en changements de la qualité de l'air ambiant. Ces résultats fournissent à leur tour des intrants au Modèle d'évaluation de la qualité de l'air (MEQA), qui estime à la fois les impacts sur la santé, c'est-à-dire le risque de mortalité, de visites aux hôpitaux, etc., et assigne une valeur monétaire à ces impacts. Ceux-ci sont fondés sur des estimations provenant de la documentation sur la santé concernant la volonté de payer pour éviter de tels risques.

En résumé, l'approche de base est d'utiliser les micromodèles afin d'agréger les impacts directs de différentes combinaisons de voies et de scénarios et d'utiliser par la suite ces résultats comme intrants aux macromodèles ainsi qu'aux modèles environnementaux et sur la santé. Afin d'accomplir cette séquence, le GAM a imposé l'hypothèse aux résultats de la micromodélisation que la production économique (c'est-à-dire les tonnes d'acier, les volumes de produits chimiques, la production pétrolière et gazière) ne change pas. L'exception limitée à cette contrainte concernait certains aspects des transports, tels que les kilomètres parcourus, parce que l'intention des politiques des mesures était, en fait, de réduire cet item.

L'hypothèse constante de production a provoqué beaucoup de préoccupations de la part des intervenants et nécessite une explication plus détaillée. La contrainte n'a pas été imposée parce que le GAM croit que l'activité économique sera non affectée par les politiques de réduction des GES, il est axiomatique qu'elle le sera. Les raisons pour la contrainte sont doubles. Premièrement, les modèles énergie-technologie ne fournissent pas une bonne représentation de l'économie globale et des nombreux liens complexes entre les secteurs. Ils se concentrent, de façon tout à fait appropriée, sur les processus, les industries et les activités consommant beaucoup d'énergie. Les marcromodèles, par contre, incorporent tous les grands liens et peuvent traiter de commerce, de compétitivité, des enjeux fiscaux et de politique monétaire. Une industrie qui consomme peu d'énergie peut en grande partie ne pas être touchée par les impacts directs des politiques de réduction des émissions. Elle peut cependant être grandement affectée par l'impact que ces politiques ont soit sur ses fournisseurs ou sur ses clients. Les modèles macro capturent ces importants effets secondaires.

La deuxième raison de la contrainte de la production fixe est que l'analyse synthèse est extraordinairement complexe. Si seulement les impacts finals étaient rapportés, il serait impossible pour les intervenants de déterminer si les mesures initiales avaient été correctement incorporées ou ce que pourraient être leurs conséquences. Le maintien d'une production constante pour la microanalyse réduit cette complexité et permet une « vérification de la réalité » intérimaire des résultats avant de passer à la macroanalyse.

Principales leçons

On a demandé au GAM de répondre à la question suivante : « Que sont les conséquences économiques et environnementales pour le Canada de l'atteinte de l'objectif de Kyoto? ». Bien qu'elle ne constitue pas une réponse définitive, l'analyse fournit un éclairage important sur cette question. Les principales leçons sont les suivantes :

- Au plan national, l'atteinte de l'objectif produit des impacts économiques négatifs soutenus et à long terme. Éventuellement, la réduction du produit intérieur brut (PIB) par rapport au statu quo varie de 0 à 3 p. 100 selon la combinaison de voies et de scénarios.

- Il est important de fournir une perspective sur ces estimations. Par exemple, une réduction du PIB de 3 p. 100 en 2010 signifie que, au cours de la décennie, l'économie va croître d'environ 26 p. 100 plutôt que de 30 p. 100 tel que prévu dans le cas de référence. Cela est l'équivalent de la perte d'environ une année de croissance ou, en termes absolus, en 2010, une perte de production économique annuelle d'environ 40 milliards $ (ou 1 100 $ par personne).

- Les impacts globaux sur le PIB varient dans le temps. Au début, il y a une modeste augmentation de l'activité économique en réaction à l'investissement accru dans les technologies de réduction des émissions. Par la suite, les coûts de production plus élevés, la détérioration de la compétitivité et les revenus réduits se combinent cependant pour réduire le PIB à un point inférieur à celui du statu quo. L'analyse suggère aussi que l'ajustement peut se terminer après 2010.

- Les impacts sur le PIB des provinces s'approchent en général de 1,5 point de pourcentage de l'impact national moyen. La position relative de chaque province varie généralement selon le scénario. Dans le scénario *Le Canada agit seul*, Terre-Neuve, l'Île-du-Prince-Édouard, le Québec et la Colombie-Britannique sont moins touchés par rapport à la moyenne nationale, alors que l'Ontario et la Saskatchewan subissent un plus grand impact négatif. L'impact sur l'Alberta se situe prêt de la moyenne nationale. Les résultats pour la Nouvelle-Écosse, le Nouveau-Brunswick et le Manitoba varient d'une étude à l'autre.

  Dans les scénarios internationaux, Terre-Neuve, l'Île-du-Prince-Édouard et la Colombie-Britannique demeurent dans la catégorie la « moins affectée » et le Manitoba se joint à elles. La Saskatchewan demeure dans la catégorie la « plus affectée », qui comprend maintenant l'Alberta et le Nouveau-Brunswick. Par contre, l'impact sur le PIB de l'Ontario est moins grand que dans le scénario *Le Canada agit seul*, s'approchant de la moyenne nationale. La position du Québec est essentiellement stable dans tous les scénarios, bien qu'une étude indique que son PIB serait de façon uniforme plus élevé que dans le cas de référence. En ce qui concerne la Nouvelle-Écosse, une étude indique des impacts plus lourds que la moyenne

nationale alors qu'une autre montre le contraire.

- Les résultats indiquent le potentiel d'une variation considérable des impacts sur le PIB d'une industrie à l'autre. Malheureusement, il est impossible de cerner sans ambiguïtés les secteurs qui seraient touchés négativement ou positivement puisque la variation dans l'industrie n'est pas uniforme selon les modèles et les voies.

- Le plus grand potentiel de réduction d'émissions semble résider dans le secteur de la production d'électricité, soit une réduction de 40 à 60 p. 100. Deux activités, la capture et l'entreposage du CO_2 dans des aquifères en Alberta et en Saskatchewan ainsi que l'accroissement du commerce interprovincial d'hydroélectricité, notamment du Manitoba et du Québec vers l'Ontario, représentent la plus grande partie de ce potentiel.

- Les politiques visant la réduction des gaz à effet de serre vont à la fois réduire la consommation d'énergie et encourager le remplacement des carburants habituels par d'autres carburants à moins grande intensité carbonique.Toutes les analyses indiquent certaines baisses par rapport au statu quo de la production et de la consommation pétrolière et de charbon. Il est intéressant de constater que la consommation de gaz naturel baisse aussi en grande partie à cause de la capture et de l'entreposage du CO_2 et que l'accroissement du commerce interprovincial d'hydroélectricité réduit l'attraction de la production d'électricité par des centrales s'alimentant au gaz. Si ces options n'étaient pas pleinement disponibles, la demande en gaz naturel augmenterait.

- Le secteur industriel, notamment les industries pétrolières et gazières, ainsi que le secteur des transports, doivent relever de grands défis pour atteindre d'importantes réductions des émissions.

- Si le Canada agissait seul pour atteindre l'objectif de Kyoto, le coût marginal des réductions en 2010 pourrait varier de 40 à 120 $ la tonne de CO_2. Si ces coûts étaient incorporés dans les prix de l'énergie, les prix de l'essence augmenteraient de 13 à 35 p. 100, les prix du gaz naturel (pour consommation résidentielle) de 30 à 75 p. 100 et les prix du charbon de 300 à 800 p. 100 en moyenne.

- Le résultat des négociations entourant les puits de la foresterie et de l'agriculture est un facteur important dans le coût pour le Canada de l'atteinte de l'objectif de Kyoto. Selon une estimation, une hypothèse pessimiste concernant ce résultat dont l'effet accroît l'écart d'environ 20 p. 100, il y a une augmentation du coût de la réduction marginale de 57 à 100 $ la tonne de CO_2. Ces résultats indiquent aussi que la courbe du coût de réduction des émissions au Canada, construite sur la base de l'analyse et des suggestions des Tables de concertations, devient de plus en plus abrupte alors qu'on s'approche de l'objectif.

- L'analyse appuie l'argument que la compétitivité, mesurée par les changements de la productivité, sera négativement affectée par l'atteinte de l'objectif de Kyoto. L'impact est quelque peu atténué si les partenaires commerciaux du Canada sont aussi engagés à atteindre leurs objectifs et que le Canada a accès à des mécanismes de souplesse. Cependant, dans ce scénario, les partenaires commerciaux du Canada feront aussi face à des réductions de leurs activités économiques, ce qui produira des conséquences adverses pour le rendement des exportations canadiennes. Au plan nationale, l'impact net de ces deux forces est de réduire la baisse du PIB d'environ 0,5 point de pourcentage.

- L'analyse appuie fortement la conclusion que passer de cibles de secteurs individuels à un objectif pour l'ensemble de l'économie produira l'effet souhaité à un coût considérablement plus faible. De plus, des objectifs par secteur ne répartissent pas également la charge économique dans tous les secteurs.

- Sur la base de la modélisation préliminaire de certaines caractéristiques de l'échange des permis d'émissions, cet instrument peut être considéré comme un mécanisme rentable permettant d'atteindre des réductions d'émissions dans les secteurs industriel et de l'électricité. Cependant, l'analyse jusqu'à maintenant souligne l'importance de la conception d'un tel instrument, notamment le mécanisme d'allocation des permis. Chaque méthode d'allocation comporte différents effets distributifs sur l'économie.

- Les mesures et les activités pour atteindre l'objectif de Kyoto produisent aussi une réduction des sulfates, de l'ozone et des autres polluants atmosphériques. Ces réductions produiront des bénéfices auxiliaires tirés de l'amélioration de la qualité de l'air et de l'amélioration de la santé des êtres humains. Ces cobénéfices sont immédiats, locaux et raisonnablement certains et peuvent être une grande contribution à l'atteinte des objectifs d'air propre tel qu'énoncé dans l'Initiative pancanadienne sur les normes.

- L'analyse indique que les bénéfices sociaux de ces améliorations de la santé des êtres humains se situent à une valeur d'environ 300 à 500 millions de dollars par an. La plus grande partie de cette valeur découle du risque réduit de mortalité. Ces bénéfices sociaux représentent la valeur placée par les Canadiens sur ces cobénéfices, telle que déterminée par des estimations de leur volonté de payer pour atteindre ces impacts évités. Ils ne sont pas comparables aux impacts sur le PIB cités plus haut. Ces estimations ne couvrent pas l'ensemble du spectre des polluants et ne comprennent pas les réductions des sulfates dans l'ouest du Canada.

- Bien qu'une dépendance accrue sur les mécanismes internationaux pour réduire les gaz à effet de serre réduit le coût de l'atteinte de l'objectif de Kyoto pour le Canada, elle réduit aussi les bénéfices nationaux en ce qui concerne la propreté de l'air.

L'analyse indique que cette réduction des bénéfices sociaux est de l'ordre de 200 millions de dollars par an.

L'analyse est la plus utile lorsqu'elle réussit à régler des problèmes. Même si elle ne réussit pas, elle est tout de même valable si elle signale des lacunes dans notre compréhension. Le GAM a cerné les domaines suivants où des analyses plus approfondies produiraient un éclairage utile.

- Il faut un effort beaucoup plus grand afin de mesurer les bénéfices et les coûts en bien-être. Il faudrait se concentrer sur les conséquences des initiatives du secteur des transports et ses changements au « mode de vie ».

- Un certain progrès a été fait pour cerner les impacts sur la compétitivité, mais une compréhension beaucoup plus précise de cette situation est requise. Il faut notamment évaluer l'importance de la question des « fuites » : la possibilité que certaines industries perdront des occasions commerciales et des investissements à des pays en développement qui ne sont pas sujets aux objectifs de réduction.

- Il faut une analyse beaucoup plus approfondie des conséquences des différentes approches à la conception du système d'échange d'émissions. Le domaine prioritaire suggéré est le mécanisme d'allocation.

- Il faut effectuer des analyses plus spécifiques sur les provinces. Les modèles macro actuels produisent des estimations des impacts provinciaux en répartissant les résultats nationaux selon la composition industrielle de chaque province. Cette approche est raisonnable si les caractéristiques de l'industrie sont semblables d'une province à l'autre, mais elle est moins utile si tel n'est pas le cas. Un raffinement de cette hypothèse est requis.

- Les hypothèses concernant comment les États-Unis pourraient répondre aux exigences du Protocole de Kyoto sont trop simplistes pour permettre la compréhension des façons complexes que nos politiques sur le changement climatique pourraient affecter l'économie du Canada et les options en matière de politique.

- Jusqu'à maintenant, l'analyse n'a pas modélisé de façon exhaustive comment les autres partenaires commerciaux du Canada pourraient réagir à leurs engagements au titre du Protocole de Kyoto.

- Malgré de grands progrès, l'analyse quantitative des cobénéfices nécessite d'autres travaux.

Conclusions

Le présent résumé, en se concentrant sur la substance de l'analyse effectuée par le GAM, n'a peut-être pas suffisamment accordé d'attention aux moyens d'accomplir la tâche. Le GAM a délibérément créé un processus transparent et interactif faisant intervenir les communautés des intervenants et de la modélisation. En grande partie par l'entremise d'ateliers à l'intention des nombreux intervenants, organisés par le Forum d'analyse économique sur le changement climatique (FAECC), les différentes étapes de l'analyse ont été présentées, examinées et critiquées. Le dialogue suscité par ces discussions et le réseau d'expertise établi par l'entremise de ce processus sont des résultats importants, fournissant une base solide à l'effort additionnel, analytique et coopératif, alors que le Canada élabore sa stratégie sur le changement climatique.

Dans le contexte précité, il est important d'obtenir les commentaires de la communauté des intervenants sur le processus. À la demande du GAM, le FAECC a donc interrogé les communautés d'intervenants et de la modélisation sur leur point de vue au sujet du processus analytique et pour susciter des suggestions pour l'avenir. Les résultats de cette enquête sont contenus dans une annexe au présent rapport. Ces résultats auront une grande valeur pour le GAM avant qu'il prépare ses recommandations au CCNPA concernant les priorités en ce qui concerne l'organisation de l'analyse après la RMM.

En plus du présent rapport, le GAM a produit un grand nombre d'études portant sur les étapes microéconomiques, macroéconomiques et environnementales. Celles-ci, à leur tour, sont appuyées par de nombreux rapports préparés par le FAECC et d'autres intervenants sur des sujets précis. Le GAM est d'avis que cette recherche représentera une base des plus utiles pour l'analyse future sur le changement climatique.

Chapitre 1
Introduction

En décembre 1997, un accord international qui se nomme le Protocole de Kyoto, a fait en sorte que le Canada a convenu de réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 6 p. 100 en moyenne par rapport aux niveaux de 1990 au cours de la période de 2008 à 2012. En même temps, d'autres pays industrialisés ont pris des engagements semblables, cependant pour différents pourcentages, portant la réduction moyenne globale à 5,2 p. 100.

Peu après la conclusion de ces négociations, les Premiers ministres, réunis à Ottawa, ont demandé aux ministres de l'Énergie et de l'Environnement du fédéral, des provinces et des territoires (ministres mixtes) d'élaborer un processus afin d'atteindre « une compréhension approfondie de l'impact, des coûts et des bénéfices de la mise en oeuvre du protocole et des diverses options de mise en oeuvre dont le Canada peut se servir. »

En avril 1998, l'ensemble des ministres a annoncé un parcours visant l'établissement d'un Processus national sur le changement climatique (PNCC). La pierre angulaire du processus était la création de 15 Tables de concertation composées d'experts des gouvernements et de la communauté des intervenants afin qu'ils donnent des conseils sur divers aspects de la stratégie de mise en oeuvre. Certaines des Tables de concertation devaient s'intéresser à des enjeux intersectoriels tels que l'éducation publique et la communication, l'action volontaire accrue et des mécanismes de Kyoto. [1] Les autres Tables, soient celles de l'agriculture, des bâtiments, de l'électricité, des produits forestiers, de l'industrie, des municipalités et des transports se sont vues demander de concentrer leurs efforts sur l'élaboration d'options afin d'atteindre au moins une réduction de 6 p. 100 dans le secteur qu'elles représentaient.

L'annonce d'avril 1998 a aussi créé le Groupe d'analyse et de modélisation (GAM), une organisation fédérale, provinciale et territoriale ayant la responsabilité globale d'une analyse quantitative des conséquences économiques et environnementales des voies potentielles pour atteindre l'objectif canadien par rapport à Kyoto. Cette responsabilité comprenait l'élaboration d'un point de vue de référence afin d'encadrer les travaux des tables et des orientations données aux tables sur des problèmes méthodologiques critiques. Cependant, la principale tâche du GAM est d'effectuer l'analyse intégrée des conséquences économiques, sociales et environnementales pour le Canada de l'atteinte de son engagement de Kyoto. On se réfère à cela par l'expression *analyse synthèse*.

---

[1] Les mécanismes de Kyoto comprennent l'échange international de permis, la mise en oeuvre conjointe (MOC) et le mécanisme de développement propre (MDP).

Le principal objectif du présent rapport est de présenter les résultats de l' *analyse synthèse* entreprise par le GAM. Essentiellement, la synthèse comprend l'évaluation de l'impact intégré des ensembles d'options analysés par les Tables de concertation, ainsi que les autres « voies » pour l'atteinte de l'objectif de Kyoto spécifié par le Comité de coordination national sur les problèmes atmosphériques (CCNPA). L'analyse considère aussi des impacts, sous différents « scénarios », concernant la forme probable des mécanismes de souplesse de Kyoto et la réponse conséquente des partenaires commerciaux du Canada, notamment les États-Unis.

Pour entreprendre cette analyse, le GAM a créé une structure intégrée de modélisation qui lie un certain nombre de modèles détaillés énergie-technologie (microéconomiques), sur l'agriculture, macroéconomiques et environnementales. Deux modèles énergie-technologie, reflétant différentes perspectives de modélisation, optimisation versus comportemental, ont été utilisés. L'analyse macroéconomique a été entreprise à l'aide d'un modèle économétrique. Un quatrième modèle, utilisant les principes de l'équilibre général, qui combine des éléments des modèles énergie-technologie et macroéconomiques, a fourni une perspective à l'analyse environnementale. La modélisation environnementale et des impacts sur la santé (EIS) a été entreprise à l'aide du modèle d'évaluation de la qualité de l'air d'Environnement Canada. Passant en partie par l'entremise du Forum d'analyse économique sur le changement climatique (FAECC), le GAM a élaboré un ensemble d'hypothèses cadres sur lequel se fondent les efforts analytiques. Ces hypothèses aident à définir les variables clés telles que le concept des mécanismes de Kyoto, la réaction des États-Unis et les impacts sur les prix internationaux de l'énergie.

Cette analyse ne devrait pas être considérée comme un plan définitif pour atteindre l'objectif de Kyoto étant donné que :

- les négociations internationales pour définir les mécanismes de Kyoto sont trop fluides pour permettre beaucoup plus que des estimations informées concernant le résultat probable; de plus, les réponses des partenaires commerciaux du Canada, notamment des É.-U., qui sont fondées sur les résultats de ces négociations, sont incertaines;

- le cas de référence, bien qu'il est fondé sur la base de nombreuses consultations, est une perspective de l'avenir; les résultats dépendent des hypothèses incorporées dans cette perspective;

- la structure de modélisation n'est pas assez précise pour permettre l'analyse de politiques précises;

- il y a un grand nombre d'hypothèses liées et, bien que l'on croit que ces hypothèses soient raisonnables, il est clair que le changement d'une ou l'autre modifiera les résultats, peut-être d'une façon majeure;

- l'analyse suppose un certain calendrier et une certaine pénétration des mesures; toute variation pourrait avoir des effets considérables sur certains des résultats.

L'analyse utilise les meilleurs modèles disponibles ayant une solide assise analytique. L'objectif est de fournir une gamme plausible de résultats ainsi qu'un éclairage et des orientations générales portant sur les enjeux suivants :

- l'impact économique relatif de deux des plus grandes approches de politique, soit une combinaison de mesures précises et l'utilisation d'un grand instrument économique;

- l'identification des options qui semblent offrir un grand potentiel de réduction des émissions et, au contraire, celles où le potentiel semble limité et-ou coûteux;

- les conséquences d'appliquer des objectifs sectoriels communs plutôt qu'un objectif national global;

- les bénéfices que le Canada pourrait tirer de l'accès aux mécanismes internationaux de souplesse pour atteindre au moins une partie de son engagement;

- les domaines clés d'incertitude, tels que l'ampleur future du commerce interprovincial dans le secteur de l'électricité, la quantité de carbone qui peut être absorbée par les puits et le potentiel de capture et d'entreposage de CO_2, pour lesquelles différentes hypothèses peuvent radicalement modifier les résultats;

- une information concernant la répartition potentielle des coûts régionaux et sectoriaux ainsi que des bénéfices et de l'impact économique de l'atteinte d'un objectif national;

- les impacts potentiels sur la santé associés à la réduction des polluants de l'air qui peuvent découler d'une stratégie de réduction des GES.

Le reste du présent rapport est organisé comme suit :

- Le chapitre 2 examine les ensembles d'options élaborés par les Tables de concertation et les voies utilisées dans l'analyse.

- Le chapitre 3 donne un aperçu de l'approche analytique. Il comprend des descriptions de la structure de modélisation utilisée dans l'analyse ainsi que des hypothèses cadres. De plus, on y trouve une discussion portant sur la compréhension des résultats et certaines mises en garde concernant les résultats.

- Les résultats microéconomiques (énergie-technologie) des diverses combinaisons de voies et de scénarios sont présentés au chapitre 4. Ces résultats sont des conséquences directes associées aux ensembles de politiques, sur la base de l'hypothèse que le niveau et la composition de l'activité économique sont en grande partie non modifiés par leur introduction. Les estimations microéconomiques du chapitre 4 et les ensembles d'options fournis par les Tables de concertation constituent l'intrant des impacts macroéconomiques et environnementaux présentés au chapitre 5 et 7 respectivement.

- Le chapitre 5 présente les résultats de l'analyse macroéconomique. L'analyse macroéconomique examine les conséquences, aux plans national, sectoriels et régionaux, pour le rendement économique, l'emploi, le commerce, la compétitivité et les finances gouvernementales des différentes combinaisons de voies et de scénarios.

- Le chapitre 6 fournit un point de vue complémentaire des aspects macroéconomiques de l'analyse en utilisant un modèle d'équilibre général élaboré par le ministère des Finances.

- Le chapitre 7 examine les conséquences environnementales et sur la santé de certaines des combinaisons de voies et de scénarios. L'analyse porte en grande partie sur les changements des contaminants de l'air ciblés (SO_X, NO_X et les particules) associés aux différentes approches de réduction des GES. Elle fournit des estimations des effets physiques et de la valeur de ces changements sur la santé des êtres humains et sur l'environnement. Le chapitre fournit aussi une évaluation qualitative des conséquences des réductions de GES sur les autres polluants.

- Le chapitre 8 résume les principaux résultats et les principales conclusions de l'analyse, note ses limites et indique les domaines les plus importants des recherches futures.

De plus, le FAECC a préparé une annexe, indépendamment du GAM, qui résume les points de vue de la communauté des intervenants par rapport à l'analyse du GAM.

On reconnaît qu'il y a une mine d'informations contenue dans les rapports sur la modélisation et que les analystes vont continuer à utiliser cette information afin d'obtenir d'autres éclairages, de raffiner les enjeux et d'examiner les incertitudes. Les études contextuelles et les rapports détaillés des modélisateurs sont identifiés à la bibliographie.

Chapitre 2
Ensembles d'options et les voies

Le présent chapitre décrit l'élaboration des options des Tables de concertation visant la réduction des émissions de GES, lesquelles sont la pierre angulaire de l'analyse synthèse et définiront les voies analytiques requises par le CCNPA.

2.1. Options des Tables de concertation

Tel que remarqué ci-dessus, l'annonce du PNCC a créé 15 Tables de concertation, y compris plusieurs groupes de travail spécialisés, composés de plus de 450 experts du gouvernement, de l'industrie, des universités, des groupes environnementaux et des organisations non gouvernementales. L'objectif des tables est de préparer des options, d'examiner et d'analyser leurs impacts, leurs coûts et leurs bénéfices, dans le domaine de leur expertise, afin de réduire les émissions de GES. Les tables représentant les principaux secteurs de l'économie ont dû développer des options pour atteindre au moins une réduction de 6 p. 100 des émissions de GES de 1990, dans leur secteur particulier. Ces options, telles que présentées dans les Rapports sur les options des Tables de concertation, sont l'assise de l'analyse synthèse du GAM. Pour la présente analyse, les plus importants de ces ensembles d'options ont été élaborés par les Tables des bâtiments, des municipalités, de l'industrie, de l'électricité, des transports, de l'agriculture et des produits forestiers. De plus, l'analyse synthèse examine des suggestions provenant du rapport du Groupe de travail sur les permis échangeables (GTPE).

2.2. Ensembles d'options

Les rapports des ensembles d'options ont proposé une vaste gamme de mesures et d'activités[2] telles que des règlements, des programmes d'information, des incitatifs financiers et des partenariats. Le GAM a travaillé étroitement avec les représentants des tables pour assurer la cohérence de l'analyse sans changer la signification et l'intention des ensembles d'options.

En ce qui concerne les Tables de l'industrie et des produits forestiers, bien qu'un grand nombre d'activités aient été examinées, ces tables ont été incapables d'élaborer des mesures qui pourraient motiver les activités. Avec l'aide du GAM, une série d'options

---

2 Une mesure est une combinaison d'une activité précise de réductions des GES et d'un instrument de politiques qui la met en oeuvre.

génériques,[3] y compris des actions volontaires accrues, la cogénération et des subventions ont été préparées.

Au total, 106 de ces mesures ont été utilisées dans l'analyse synthèse (tableau 2.1). Environ le tiers des mesures portent sur les bâtiments, c'est-à-dire les secteurs résidentiels et commerciaux. La Table des municipalités a proposée huit mesures directes et cinq mesures d'habilitation.[4] Dans l'analyse synthèse, ces mesures ont été assignées aux secteurs commerciaux et des transports. Tel que remarqué ci-dessus, les Tables de l'industrie et des produits forestiers sont en accord avec les mesures génériques estimées par le GAM. On trouve environ cent autres activités sous-jacentes à ces mesures génériques qui ont été examinées par les sous-tables de l'industrie.

Tableau 2.1
Options des Tables de concertation pour la synthèse

Table	Nombre d'options	Remarques
Bâtiments	14	Projets A et B. Dépasse les objectifs.
Municipalités	8	Incluant les gaz des décharges. Atteint l'objectif.
Industrie	3	Inclut des mesures génériques. N'atteint pas l'objectif.
Électricité	2	N'atteint pas l'objectif sans échange d'émissions.
Transport	46	Atteint l'objectif.
Agriculture	10	Atteint l'objectif, si on inclut les puits de carbone.
Forestrie	1	Inclus avec l'Agriculture.
Total	106	

La Table de l'électricité a fourni deux mesures précises. Sans endosser d'objectifs précis de réduction des émissions de GES, la principale recommandation de la Table de l'électricité était que le moyen le plus efficace d'atteindre des réductions considérables de GES serait d'établir des plafonds d'émissions et de permettre aux entreprises d'atteindre les objectifs par l'entremise de permis échangeables d'émissions. Elle a aussi proposé une subvention de 2,5 cents le Kwh pour les technologies renouvelables. La table a de plus entrepris un examen des actions disponibles pour réduire les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur, telles que l'utilisation de carburants de remplacement, l'expansion du commerce interprovincial ainsi que la capture et l'entreposage du CO_2 dans des aquifères profonds. Cette recherche a été utilisée pour éclairer l'analyse synthèse.

La Table des transports a proposé un grand nombre de mesures, dont la majorité était décrites comme étant « les plus prometteuses » et « prometteuses ». Cependant, les mesures dans ces deux grandes catégories n'étaient pas suffisantes pour réduire les émissions afin d'atteindre l'objectif de Kyoto dans le secteur des transports. Donc, sur la base des conseils de la Table des transport, quatre mesures moins prometteuses ont été ajoutées pour atteindre l'objectif. De plus, la Table des transports a entrepris une analyse approfondie des taxes sur les carburants, mais elle n'a pas suggéré cette option dans l'ensemble de ses propositions.

---

3 *The Industry Challenge*, ERG/M. J. Jaccard and Associates, novembre 1999

4 Ces mesures comprennent l'éducation et la persuasion.

La Table de l'agriculture a proposé 10 mesures. Elles portent généralement sur des pratiques de gestion agricole (stratégies d'aucun labourage, de jachères d'été et de pacage) ainsi que des activités agroforestières. Plusieurs de ces mesures sont fondées sur l'inclusion de puits du sol dans la version finale du Protocole de Kyoto. La mesure d'afforestation, recommandée par la Table des produits forestiers, est incluse dans le secteur agriculture et autres.

Le GTPE a fourni un conseil sur la portée de la couverture pour les secteurs qui peuvent participer aux systèmes d'échanges d'émissions.

2.3. Les voies

L'analyse synthèse du GAM est conçue pour examiner une gamme d'orientations de politiques visant l'atteinte de l'objectif de Kyoto. Les principaux problèmes à examiner sont l'atteinte d'objectifs sectoriels plutôt qu'un objectif dans l'ensemble de l'économie et une série de mesures précises par rapport à un grand instrument économique. Le CCNPA a spécifié cinq approches, que l'on nomme des « voies », pour comprendre ces enjeux.

Les voies évaluent diverses combinaisons des mesures précises, des objectifs sectoriels et l'échange d'émissions.

> ***Voie 0 : Mesures des tables :*** Cette voie est l'agrégation de toutes les mesures, y compris quatre mesures des transports « moins prometteuses », décrites dans les ensembles d'options par les Tables de concertation. Étant donné l'interaction entre les mesures, ce regroupement n'est pas une simple addition. Il était apparent que le secteur industriel ne pouvait pas atteindre son objectif et donc seules les mesures génériques, dont le coût atteignait jusqu'à 75 $ la tonne de CO_2 équivalent, ont été incluses. Puisqu'il était clair que cette voie ne pouvait atteindre son objectif, on s'y réfère comme la voie 0.
>
> ***Voie 1 : Objectifs sectoriels :*** Les émissions de chaque secteur (électricité, industrie, résidentiel, commercial, transport et agriculture) pour la période de 2008 à 2012, sont limitées à 6 p. 100 de moins que les niveaux de 1990. Avec l'exception décrite ci-dessous, les mesures des tables ont été utilisées pour atteindre l'objectif. Dans le secteur industriel, les mesures génériques ont été mises en oeuvre jusqu'à un coût de 300 $ la tonne de CO_2 et les quatre mesures « moins prometteuses » des transports ont été remplacées par une taxe sur les carburants, suffisante à l'atteinte du plafond de ce secteur. Conforme à la recommandation de la Table de l'électricité, l'échange sectoriel d'émissions est incorporé comme une mesure dans le secteur de l'électricité.

Tableau 2.2
Ampleur de l'échange de permis dans les voies 2, 3 et 4
(Pourcentage d'émissions couvertes)

	Pourcentage couvert	
	Voies 2 et 3	**Voie 4**
Sables bitumineux	100	100
Gazéoducs	100	100
Raffinage du pétrole	100	100
Électricité	95	100
Produits chimiques	80	100
Pâtes et papier	80	100
Fusion et raffinage	80	100
Ciment	80	<100
Fer et acier	80	<100
Autres industries	55	<100
Traitement du gaz (CO_2 seulement)	50 à 70	50ào 70
Commercial	0	100
Résidentiel	0	100
Transport routier	0	100
Transport aérien	0	100
Transport ferroviaire	0	100
Autres émissions	0	100
Décharges	0	0
Traitement du pétrole et du gaz (CH_4)	0	0
Traitement du pétrole (CO_2 seulement)	0	0
Couverture totale	**35**	**85**

Fourni par le Groupe de travail sur les permis échangeables

Voie 2 : Échange de permis pour les plus grands émetteurs et un objectif pour l'ensemble de l'économie : La principale caractéristique de cette voie est qu'elle remplace les objectifs sectoriels par un objectif pour l'ensemble de l'économie de 6 p. 100 inférieur aux niveaux de 1990, permettant la sélection d'un ensemble de mesures au coût le plus faible. Toutes les mesures des tables sont disponibles pour sélection par les secteurs résidentiel, commercial et des transports selon leur coût. Cette voie examine une des propositions du GTPE. Le système de permis échangeables est appliqué aux grands émetteurs finals (GEF) qui sont définis comme le secteur de l'électricité et les grandes industries, telles que les pâtes et papier, l'acier, le fer et le ciment.

Le degré de participation auquel ces secteurs ou sous-secteurs pourront utiliser les permis échangeables a été fourni par le GTPE (tableau 2.2). Environ 35 p. 100 du total des émissions nationales sont couvertes par le système d'échange. Dans cette voie, certains secteurs réduisent leurs émissions de plus de 6 p. 100 alors que d'autres secteurs ne le font pas.

Voie 3 : Échange de permis pour les grands émetteurs et objectifs sectoriels précis : La couverture du système d'échange est la même que dans la voie 2. Cependant, les GEF sont plafonnés à 6 p. 100 au-dessous de leurs niveaux de 1990. Les autres secteurs, non inclus dans le système d'échange d'émissions, tels que les secteurs résidentiel, commercial, petites industries et transports, atteignent leur objectif respectif de 6 p. 100 en utilisant les mesures des tables définies à la voie 1, y compris les mesures coûtant jusqu'à 300 $ la tonne de CO_2 pour la petite industrie et par une taxe sur les carburants dans le secteur des transports.

Voie 4 : Échange de permis le plus généralisé possible : Cette voie reflète la deuxième plus grande approche du GTPE. Le système d'échange d'émissions, qui plafonne les émissions à 6 p. 100 au-dessous des niveaux de 1990, est accru pour inclure tous les secteurs pour lesquels l'échange de permis est faisable du point de vue administratif. Les sous-secteurs exclus de l'échange de permis pour des raisons administratives sont les suivants : le dioxyde de carbone du traitement conventionnel du pétrole, le méthane du traitement du pétrole et du gaz, les petites entreprises et les émissions des décharges. Les sous-secteurs atteignent leur objectif de réduction par l'entremise des mesures présentées par les tables ou par des mesures génériques dont le coût peut atteindre jusqu'à 300 $ par tonne de CO_2. Dans cette voie, environ 85 p. 100 des émissions totales sont couvertes par l'échange de permis.

L'opérationalisation de ces voies, à des fins analytiques, comprend une quantité considérable de détails qui peuvent obscurcir l'orientation de la politique que la voie doit examiner. Le tableau 2.3 fournit un résumé de l'intention des politiques pour chaque voie, sur deux dimensions : des mesures précises et l'échange de permis par rapport à des objectifs sectoriels et pour l'ensemble de l'économie (optimisation). À mesure que l'analyse passe à travers les voies, les mesures définies sont réduites et l'échange de permis est accru pour couvrir une grande partie de l'économie. La voie 1, et à un moindre degré la voie 3, représentent des approches où chaque secteur doit atteindre un objectif commun. Par contre, les voies 2 et 4 examinent des approches moins restrictives où les solutions au coût le plus bas sont recherchées afin d'atteindre l'objectif de Kyoto. La principale distinction entre la voie 2 et la voie 4 est que, dans la première, les mesures au coût le plus bas sont choisies, alors que dans la seconde, les prix plus élevés de l'énergie, attribuables au coût des permis, provoquent la réalisation de l'activité sous-jacente aux mesures. Alors que les impacts directs des voies 2 et 4 sont généralement semblables, la question de qui est responsable du coût de la réduction des GES peut avoir des conséquences sectorielles dans l'analyse macroéconomique.

Tableau 2.3
Sommaire des voies par orientation

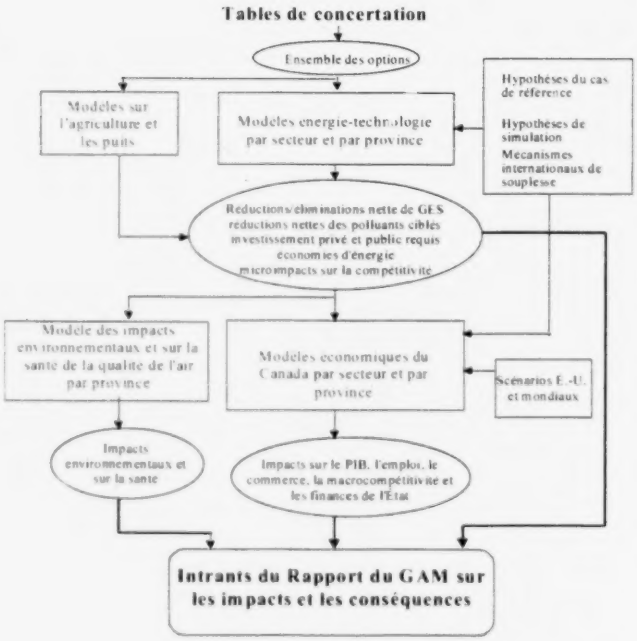
	Échange d'émissions	Mesures	Optimisation
Voie 0	Non	Toutes	Non
Voie 1	Électricité seulement	Toutes les autres	Électricité seulement
Voie 2	Grands émetteurs	Toutes les autres	Toute l'économie; pas d'objectifs sectoriels
Voie 3	Grands émetteurs	Toutes les autres	Grands émetteurs seulement, objectifs sectoriels pour tous les autres
Voie 4	Aussi large que pratique	Les autres	Aussi large que pratique, avec un objectif à l'échelle de l'économie

Chapitre 3
Cadre analytique

3.1. Aperçu

La synthèse est conçue pour capturer de nombreuses dimensions énergétiques, économiques et environnementales des différentes voies à l'atteinte de l'objectif de Kyoto. Il faut un cadre analytique compréhensif et systématique pour accomplir cette tâche. Le cadre construit par le GAM comporte deux éléments (tableau 3.1).

Tableau 3.1
Le cadre de synthèse



Un système intégré de modèles portant sur l'énergie, l'agriculture, les données macroéconomiques, environnementales et de santé pour analyser de façon systématique les voies. L'approche utilise les modèles spécialisés de l'énergie et de l'agriculture afin d'évaluer les conséquences directes des investissements, des prix de l'énergie, le niveau et la répartition des types d'énergie ainsi que les réductions conséquentes des émissions dans chaque secteur et dans chaque voie. Ces résultats ont ensuite été utilisés afin d'évaluer les impacts sur l'ensemble de l'économie, de l'environnement et de la santé.

Une série d'hypothèses servant à encadrer l'analyse domestique, lesquelles ont été en grande partie élaborées par l'entremise d'une vaste consultation des intervenants, y compris un cas de référence servant de balise aux estimations des impacts, à l'examen de la forme probable des mécanismes de Kyoto, jusqu'à quel point ils pourront être utilisés au Canada et la réponse conséquente des partenaires commerciaux du Canada, notamment les États-Unis.

Les ensembles d'options produits par les Tables de concertation fournissent l'intrant principal aux modèles énergie-technologie, qui à leur tour produisent l'information sur l'investissement direct, les économies de coût de carburant et la répartition des types d'énergie . Les investissements directs et les économies de coût servent d'intrants aux modèles macroéconomiques qui utilisent aussi de l'information tirée des ensembles d'options. L'estimation des types d'énergie utilisés contenue dans les modèles énergie-technologie sert d'intrant aux modèles sur les impacts environnementaux et sur la santé.

3.2. Les modèles

La structure de modélisation (tableau 3.2) comporte quatre parties : énergie-technologie (microéconomique), agriculture, macroéconomique et impacts environnementaux et sur la santé.

On trouve une description complète de ces modèles dans les rapports détaillés de chacun des modélisateurs.

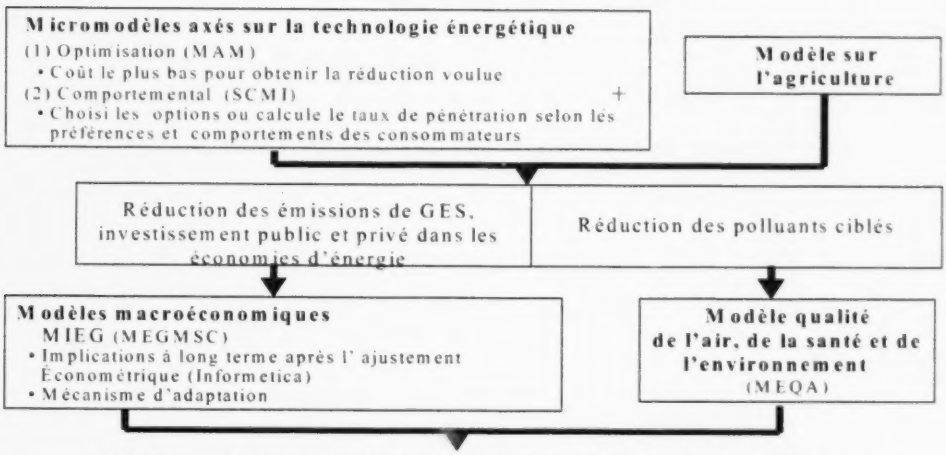
Modèles énergie-technologie

Les modèles énergie-technologie ou micro-économiques examinent les choix que les agents économiques individuels, tels que les consommateurs et les entreprises, font dans l'achat et dans la consommation de l'énergie. Ces modèles portent sur l'influence de divers facteurs, tels que les prix de l'énergie et les politiques gouvernementales sur les choix faits par les agents individuels. Les modèles intègrent les conséquences de la combinaison de multiples mesures de réduction des GES. L'addition de l'impact distinct des mesures, par elles-mêmes, peut ne pas produire des résultats cohérents. Par exemple, une mesure visant à améliorer l'efficacité de l'éclairage et une mesure visant à réduire la consommation de charbon dans la production de l'électricité n'auront pas les mêmes effets lorsque combinées que lorsqu'elles sont traitées distinctement. Les modèles énergie-technologie sont conçus pour représenter ces interactions.

Ces modèles simulent l'impact des changements dans les politiques ou conditions du marché par rapport à un cas de référence. Les principaux extrants représentent des changements dans la consommation de l'énergie, dans les prix de l'énergie, dans les émissions de GES, dans les coûts d'investissement et dans les économies potentielles de coût découlant du changement des politiques. Lorsque les modèles fournissent le coût de la réduction des GES, ils ne désignent pas le paiement du coût à un secteur particulier de l'économie. Ces résultats sont importants pour cerner les effets directs des politiques de réduction des GES. De plus, les investissements et les économies servent d'intrant à l'analyse macroéconomique, laquelle évalue l'impact de ces investissements et des flux monétaires sur l'ensemble de l'économie. Le changement dans la répartition de l'énergie, fourni par les modèles énergie-technologie, est un intrant principal à la modélisation des IES.

Il y a deux perspectives distinctes dans la modélisation de la technologie de l'énergie. La première, que l'on nomme l'optimisation, évalue les options seulement sur la base des coûts financiers. Étant donné un objectif précis, tel qu'un objectif arrêté d'émissions, un modèle optimisateur choisira les mesures par ordre des plus bas coûts financiers. Par contre, un modèle comportemental incorpore l'évidence concernant les préférences des consommateurs (c.-à-d. des considérations non financières moins tangibles telles que la qualité ou le genre de technologie) afin de déterminer quelle option choisir ou le degré de pénétration d'une technologie particulière dans le marché. Afin d'assurer que ces deux perspectives reçoivent leur pleine expression dans l'analyse, le GAM a choisi deux modèles pour l'analyse microéconomique : le Modèle d'allocation du marché (MAM) optimisateur du groupe HALOA Inc. de l'Université McGill et le modèle du

Tableau 3.2
Structure de modélisation



comportement, Système canadien de modélisation intégrée (SCMI) préparé par le Groupe de recherches sur l'énergie de l'Université Simon Fraser.

Le MAM est un modèle d'optimisation qui intègre la production, le commerce, la transformation et l'utilisation finale de différentes formes d'énergie. Il calcule un équilibre régional sur la base du moindre coût total à long terme pour l'ensemble du système. Il suppose que les marchés sont entièrement compétitifs. Il suppose aussi que tous les agents (producteurs et consommateurs) minimisent leurs propres coûts à long terme dans les conditions suivantes :

- chaque agent détient une information parfaite sur tous les autres agents par rapport à l'horizon de 40 ans du modèle;

- chaque agent adopte le point de vue à long terme d'optimiser ses coûts financiers;
- tous les agents utilisent un même taux d'escompte;
- le prix de l'électricité est déterminé à l'aide de coûts marginaux, reflétant un marché pleinement compétitif.

Par contre, le SCMI est un modèle fondé sur le comportement des agents et utilise les attributs compétitifs pondérés avec le comportement prévu. Le comportement peut être le résultat de facteurs financiers et non financiers tels que la qualité. Cependant, la perception du coût par l'acheteur est le déterminant principal de la part du marché d'une technologie donnée, c'est-à-dire que les caractéristiques technologiques donnent les positions relatives d'une technologie par rapport à une autre et le comportement donne la part du marché des technologies. Le SCMI est aussi un modèle d'équilibre qui intègre les décisions concernant des technologies précises dans les cinq principaux secteurs et des décisions concernant les prix, l'offre et la demande de l'énergie. Les producteurs et consommateurs dans le SCMI :

- prennent des décisions selon l'information limitée au sujet de l'avenir;
- prennent des décisions pour des raisons autres que le coût financier seulement;
- utilisent différents taux d'escompte reflétant la période de remboursement et le risque qu'ils perçoivent;
- utilisent des prix de l'électricité fondés sur les coûts moyens, reflétant une approche du coût du service.

Les différentes philosophies d'établissement des prix ont des conséquences importantes pour les résultats, notamment pour l'électricité. Dans le SCMI, le prix est déterminé par le coût moyen de la production d'électricité. Les utilisateurs finals paient un prix pour l'électricité qui couvre tout juste le coût total de production incluant les investissements pour réduire les gaz à effet de serre. Dans le MAM, les producteurs d'électricité établissent le prix afin de refléter le coût marginal de produire l'extrant. Le coût marginal produit par le MAM est considérablement plus élevé que le coût moyen déterminé par le SCMI. Dans le MAM, les consommateurs d'électricité sont facturés à un prix comme si le coût de toutes les réductions des émissions est aussi coûteux que la dernière activité de réduction des émissions mise en oeuvre. Le résultat de l'établissement du coût marginal est que les secteurs producteurs d'électricité reçoivent des profits additionnels puisque le revenu additionnel est plus élevé que le coût total des politiques de réduction des émissions. Dans les rapports des résultats du MAM, les profits additionnels sont supposés demeurer chez les producteurs d'électricité et ils sont reflétés comme coût pour les consommateurs finals des secteurs de l'énergie.

Le MAM et le SCMI ont des ventilations régionales semblables : six provinces et la combinaison des quatre provinces de l'Atlantique en une seule région. Les résultats pour l'Atlantique ont été par la suite estimés pour chaque province. Les secteurs économiques représentés dans les modèles sont les suivants : électricité, amont et raffinage, industrie, résidentiel, commercial et transports. Le secteur industriel est composé de 10 grandes industries. Le MAM est particulièrement solide en modélisation de l'industrie de la production d'électricité, alors que la force du SCMI est sa représentation du secteur industriel. Les deux modèles incluent tous les GES sauf les hydrofluorocarbures. Cependant, ni un modèle ni l'autre n'incorpore les émissions non énergiques du secteur agricole.

La force des deux modèles est la représentation détaillée des technologies énergétiques telles que le chauffage des locaux, les processus industriels et la production d'électricité. Les bases de données des modèles décrivent les technologies en ce qui concerne la capacité installée, le coût unitaire et l'efficacité sur une base régionale et sectorielle. Les options d'améliorations futures, telles que la remise à neuf ou le remplacement des technologies existantes et des carburants sont incluses et utilisées par le modèle, lorsque cela est viable économiquement.

Modèles sur l'agriculture

Des scénarios agricoles ont été analysés à l'aide du Modèle canadien économique des émissions dans l'agriculture (MCEEA) qui est composé de deux grands sous-modèles.

Le premier élément du MCEEA est le Modèle canadien agricole régional (MCAR). Le MCAR est un modèle statique qui optimise les bénéfices nets aux producteurs et consommateurs. Le modèle intègre tous les secteurs de l'agriculture primaire sur une base régionale. La réponse de l'offre est déterminée par la profitabilité relative de différentes récoltes. Le modèle permet l'étude du commerce interprovincial et international des produits primaires et transformés. Il peut aussi incorporer les effets des programmes et des politiques gouvernementaux.

L'élément portant sur les émissions de GES du MCEEA lie les niveaux d'activité produits par le MCAR aux coefficients des émissions afin d'estimer les émissions de CO_2, CH_4 et N_2O de la production primaire résultant des changements des pratiques d'utilisation des terres et de leur gestion. Les émissions provenant de la production des intrants de l'agriculture, de la transformation alimentaire et du transport à l'extérieur des fermes sont aussi estimées. Les coefficients du modèle CENTURY[5] ont été utilisés pour mesurer le taux de séquestration du carbone dans le sol.

---

5 Un modèle qui prévoit l'accumulation du carbone dans le sol.

Modèles macroéconomiques

L'analyse macroéconomique intègre les décisions portant sur la consommation, l'investissement, la production et le commerce pour l'ensemble de l'économie. Cette analyse capte non seulement l'interaction entre les industries, mais aussi les conséquences d'un changement dans les prix des producteurs, les prix finals relatifs et les revenus. On y trouve aussi les soldes fiscaux des gouvernements, les flux monétaires, les taux d'intérêt et de change. Le GAM a décidé d'utiliser un modèle économétrique qui incorpore les frictions et les rigidités de l'économie et qui donc fournit un éclairage sur la période d'ajustement. Le Modèle d'Informetrica (MI) fourni par Informetrica Ltd d'Ottawa, a été choisi pour cette analyse.

Le MI analyse les impacts macroéconomiques au plan national et les répartit comme effets sectoriels sur l'ensemble des provinces. En ce qui concerne les producteurs de biens, le modèle national donne des détails permettant de distinguer les impacts selon les provinces. Les extrants sur les industries des services sont ensuite déterminés selon les exigences des producteurs provinciaux de biens, la population et le revenu des ménages. Dans cette analyse, les différences régionales dans la production d'électricité et dans les autres productions d'énergie sont captées par l'analyse détaillée qui est reflétée dans les modèles énergie-technologie.

Le MI est un modèle économétrique dynamique de l'économie canadienne. Il comporte des relations interdépendantes de l'information sur la demande, la performance industrielle, le coût de la production et les prix. Il représente les dépenses des ménages, des entreprises et des organisations non commerciales. L'effet des politiques de réduction des GES sur les investissements commerciaux, sur la consommation et les autres sources de demande affecte directement les opérations des entreprises productrices. Leurs besoins de matériaux et de services affectent indirectement toutes les autres entreprises. Les changements conséquents des revenus de la main-d'oeuvre et des entreprises dans le cadre de cette chaîne d'offres induit des dépenses additionnelles produisant des effets multiplicateurs. Les dépenses induites sont aussi sensibles aux changements conséquents des coûts unitaires de production et aux changements liés au Protocole de Kyoto tels que les taxes, les subventions et le système commercial puisque ceux-ci sont reflétés dans les prix. On trouve le détail des prix de vente des producteurs pour les industries représentées dans le modèle, lesquels sont utilisés afin de déterminer les prix de la demande finale. Le MI incorpore des tableaux intrants-extrants afin de lier les demandes finales à la production industrielle, représentant ainsi l'interdépendance des industries et pour déterminer les prix de vente utilisés dans le calcul de la demande finale. Afin de refléter les changements de la technologie consommatrice de carburants, les résultats rapportés par les modèles énergie-technologie sont utilisés.

Le MI modélise ses effets comme un « ajustement » dans le temps, c'est-à-dire le système n'est pas toujours en équilibre. En conséquence, il peut y avoir des périodes de sous ou de surcapacité, un chômage plus élevé et des déséquilibres dans les comptes courants des gouvernements et des économies dans les autres secteurs.

Le MI comporte 750 catégories de demandes finales et représente 133 industries à un niveau provincial et territorial. On y trouve aussi un élément international qui tient compte des exportations et des importations, lesquelles sont détaillées pour environ 100 marchandises.

Aux fins de l'analyse synthèse, le MI utilise les résultats des modèles énergie-technologie, notamment les investissements, les économies d'énergie et les prix des permis d'émissions comme intrants pour calculer les impacts sur l'activité économique, la compétitivité, le commerce et la position fiscale des gouvernements. Des impacts complémentaires et cohérents sur les dépenses courantes sont tirés des données des Tables de concertation.

Afin d'élaborer un point de vue macroéconomique complémentaire, le GAM a utilisé un modèle d'équilibre général élaboré par le ministère des Finances (Division des études économiques et d'analyse des politiques). Le modèle économique inclut certaines des caractéristiques énergie-technologie du SCMI et du MAM ainsi que certaines des caractéristiques macroéconomiques du MI, bien que pas au même niveau de détail.

Le Modèle d'équilibre général multi-sectoriel du Canada (MEGMSC) est un modèle statique[6] et d'équilibre général calculable de l'économie canadienne. Les changements de prix relatifs sont le facteur principal provoquant des changements au comportement. Les élasticités, c'est-à-dire la relation entre les changements des prix et les changements de l'offre et de la demande, sont donc essentielles au fonctionnement du modèle. Celui-ci est composé de 51 secteurs qui, pris ensemble, produisent 59 différents biens et services. Le secteur public perçoit des taxes et transfert l'argent en plus de fournir des biens et des services. Le commerce international est aussi représenté. Dans le modèle, les consommateurs interagissent avec les producteurs par l'entremise du mécanisme des prix relatifs jusqu'à ce que la relation prix-quantité atteigne l'équilibre. Les taxes sont perçues et redistribuées dans la partie gouvernementale du secteur public. Le modèle suppose une compétitivité parfaite. Ces extrants comprennent : les prix et la demande de carburants, le produit intérieur brut et le coût marginal des réductions de GES.

Modèles environnementaux et sur la santé

Les impacts environnementaux et sur la santé ont été examinés quantitativement et qualitativement utilisant un certain nombre d'approches et d'outils analytiques.

L'évaluation quantitative comporte les étapes suivantes :

---

6 Un modèle statique produit un résultat unique après la période d'ajustement lorsque le modèle a atteint l'équilibre. Il ne fournit aucun éclairage sur le moment d'atteinte de cet équilibre.

- l'utilisation d'un modèle sur tableur qui définit la relation entre la consommation d'énergie et les émissions de contaminants d'air ciblés (CAC) afin d'estimer les changements des CAC pour le cas de référence et les voies analysées;

- ces résultats sont utilisés pour estimer les changements des concentrations ambiantes de polluants (qualité de l'air);

- le Modèle d'évaluation de la qualité de l'air (MEQA) estime les impacts sur la santé physique et l'environnement associés aux changements de la qualité de l'air et la valeur économique des effets qui serait évités en réduisant les émissions.

Le MEQA évalue les coûts et les bénéfices des initiatives proposées sur le changement climatique par rapport à la qualité de l'air. Il est fondé sur l'approche de la fonction du dommage dans laquelle des réductions prévues de la concentration dans l'air ambiant de certains polluants de l'air sont utilisées afin d'estimer les réductions des divers effets sur la santé des êtres humains et sur l'environnement. Des valeurs économiques sont ensuite appliquées à ces impacts physiques, utilisant en grande partie le concept de la volonté de payer, fondé sur des études sur les différences salariales. Les estimations des bénéfices produites par le MEQA donnent un aperçu de la valeur placée par les particuliers sur l'évitement de ces impacts négatifs sur la santé et l'environnement.

L'évaluation qualitative examine les impacts relatifs environnementaux et sur la santé pour l'ensemble des voies et des scénarios.

3.3. Les hypothèses servant au cadre

L'analyse des voies nécessite un contexte qui est fourni par les hypothèses du cadre. Les deux principaux éléments de ce cadre sont un cas de référence et un ensemble de points de vue concernant la forme des mécanismes de Kyoto avec les réactions conséquentes des principaux partenaires commerciaux du Canada. Ces éléments sont décrits ci-dessous. Il faut aussi d'autres hypothèses formant un cadre qui sont pertinentes aux étapes précises de l'analyse. Celles-ci sont décrites dans les chapitres subséquents qui présentent aussi les résultats afférents.

Le cas de référence

Le cas de référence représente une base décrivant les politiques normales par rapport auxquelles il est possible d'évaluer l'impact des voies. En mai 1999, le Comité de coordination nationale sur les problèmes atmosphériques (CCNPA) a demandé au GAM de produire ce cas de référence. Le GAM a décidé de mettre à jour le cadre de référence

précédent,* incorporant de nouvelles méthodologies et données ainsi qu'un éclairage tiré des Tables de concertation et des autres intervenants.

Le nouveau rapport intitulé *Perspectives des émissions du Canada : une mise à jour* (PECMJ) a été diffusé en décembre 1999. Ce rapport prévoit que dans le scénario des « politiques habituelles », les émissions de GES augmenteront de 601 mégatonnes (Mt) de CO_2 équivalent en 1990 à 764 Mt en 2010. Afin d'obtenir une évaluation cohérente de toutes les voies, tous les modèles économiques ont été calibrés par rapport aux hypothèses et aux résultats présentés dans le PECMJ.

L'objectif du Canada par rapport au Protocole de Kyoto est de réduire les émissions de GES à 565 Mt en 2010, soit 6 p. 100 de moins que le niveau de 1990. Selon cette projection, la réduction requise en 2010 est de 199 Mt, ce qui est 26 p. 100 de moins que le cas de référence. Le PECMJ ne comprenait pas d'estimations des puits de l'agriculture et de la foresterie puisque ces estimations dépendent du résultat des négociations internationales concernant la façon de comptabiliser les changements des utilisations des terres et de la foresterie dans les inventaires de GES. Au moment présent, il y a beaucoup d'incertitudes concernant la définition des puits en foresterie et de l'inclusion des puits de l'agriculture. Cependant, aux fins d'analyse, une estimation des puits est requise. Fondées sur les conseils de la Table de concertation des puits et de l'agriculture, on suppose que les négociations permettront l'utilisation de puits de 10 Mt pour la foresterie et de 6 Mt pour les puits des sols agricoles. Dans ces conditions, les émissions en 2010 sont réduites de 764 à 748 Mt, la lacune étant donc réduite à 183 Mt.

Les scénarios

Le Protocole de Kyoto incorpore un certain nombre de mécanismes de souplesse permettant aux pays de transférer une portion de leurs obligations au plan international. À ce moment-ci, la forme de ces mécanismes n'est pas bien précisée et elle fait l'objet de négociations internationales futures. Il est important de comprendre les conséquences des résultats potentiels de ces négociations. Il est tout aussi important de tenir compte de la réaction des partenaires commerciaux du Canada, notamment les États-Unis. La réaction des États-Unis aura de grandes répercussions sur l'activité économique canadienne étant donné nos importants liens commerciaux. Afin de couvrir une gamme de réactions, trois scénarios ont été élaborés par le GAM. Le premier scénario, le *Canada agit seul*, suppose que le Canada atteint son objectif de Kyoto en se servant seulement d'activités domestiques réduisant les émissions et qu'aucun autre pays n'applique des initiatives de réduction des émissions. Les prix et la demande d'exportation sont maintenus au même niveau que dans le PECMJ. Ce scénario a été conçu pour montrer l'impact des politiques canadiennes sur les GES isolées des effets potentiels qui pourraient se faire sentir à cause

* Ressources naturelles Canada, *Perspectives énergétique du Canada, 1996 à 2020*, avril 1997.

de la mise en oeuvre de politiques sur les GES dans d'autres pays. Les deux scénarios *Internationaux* supposent que des réductions de GES peuvent être obtenues en utilisant divers niveaux d'application des mécanismes internationaux.

Le GAM a demandé au FAECC d'élaborer deux scénarios d'intervention internationale qui représenteraient une gamme plausible de mécanismes de souplesse. Le FAECC a recommandé que l'étude préparée par Energy Information Administration (EIA) du US Deparment of Energy[8] soit utilisée comme base pour développer les scénarios. L'étude d'EIA a analysé huit cas pour les É.-U. visant l'atteinte de l'objectif de Kyoto. Chaque cas était fondé sur des proportions différentes d'échanges national et international de permis. Le FAECC a recommandé deux cas tirés de l'étude de l'EIA, définis selon leur portée et leur degré d'exigence des mécanismes de Kyoto afin de modéliser les scénarios *Internationaux* (tableau 3.3).

Tableau 3.3
Scénarios EIA
Pourcentage d'écart par rapport au scénario de référence

	Kyoto lâche			Kyoto serré		
	2005	2010	2020	2005	2010	2020
Changement dans le PNB	0	-1	+1	+1	-2	+1
Changement dans le taux d'inflation	0	1	1	2	5	2
Prix à l'exportation de gaz naturel	1	0	13	1	18	38
Exportations de gaz naturel	-1	-1	3	0	7	9
Prix à l'exportation de pétrole brut (pétrole léger incluant le pétrole synthétique; pétrole lourd incluant le bitume)	-1	-4	-7	-5	-11	-9
Exportations de pétrole brut	0	0	1	-1	-3	0
Prix à l'exportation moyen de l'électricité	2	20	30	23	49	45
Prix du charbon						
- Utilisation finale	11	150	260	170	385	385
- Prix à l'importation	2	3	5	2	7	4
Prix du carbone ($ US 1990/tonne métrique)	S.O.	67	99	S.O.	163	141
Prix du CO_2 ($CAN 1990/tonne métrique)	S.O.	25	36	S.O.	60	52

Kyoto lâche[9] suppose une situation dans laquelle existe un système bien développé d'échange de permis comportant de faibles coûts de transaction, la participation des pays en développement et de nombreuses occasions de MOC et de MDP. Dans de telles circonstances, les É.-U. peuvent transférer 75 p. 100 de leur obligation internationalement. Les prix subséquents des permis sont de 24 $CAN (1995) par tonne de CO_2. *Kyoto lâche* est semblable à la position préférée de l'administration Clinton.

Kyoto serré suppose que le système d'échange de permis n'est pas bien développé et comporte des coûts de transaction plus élevés. La participation des pays en développement est limitée, les occasions de MDP et de MOC sont contraintes. Cela fait en sorte que les É.-U. transfèrent seulement 33 p. 100 de leur obligation internationalement, atteignant le reste par l'entremise d'interventions nationales.

---

8 *The Impacts of the Kyoto Protocol On US Energy Markets and Economic Activity* - octobre 1998.

9 Les termes *Kyoto lâche* et *Kyoto serré*, élaborés par le FAECC, visent à refléter le niveau de souplesse des mécanismes de Kyoto. Ces scénarios sont tirés des cas de l'EIA : *1990 +24 percent* et *1990 +9 percent* respectivement. Le cas de référence de l'EIA indiquait que les émissions de GES américaines seraient 33 p. 100 plus élevées que le niveau de 1990. L'objectif des É.-U. est 7 p. 100 de moins que le niveau de 1990.

Le prix des permis est de 58 $CAN (1995) la tonne de CO_2. Le FAECC prétend que *Kyoto serré* représente les conditions minimales pour la ratification par les É.-U.

L'objectif principal d'utiliser l'étude de l'EIA est d'obtenir une gamme crédible de prix internationaux du carbone afin de l'incorporer dans l'analyse. Un autre bénéfice de cette étude est qu'elle fournit une analyse exhaustive des activités américaines sur les prix de l'énergie, les importations d'énergie et l'activité économique, qui tous ont de grandes conséquences pour l'atteinte par le Canada de son objectif de Kyoto. Afin d'assurer la cohérence de son analyse, le GAM a décidé d'utiliser les principaux résultats tirés de l'étude de l'EIA. Certains des intrants énergétiques les plus importants sont fournis au tableau 3.3. Il faut particulièrement remarquer que dans *Kyoto lâche*, les prix mondiaux du pétrole en 2010 déclinent de 4 p. 100 à comparer au cas de référence et de 11 p. 100 dans *Kyoto serré*. L'EIA ne prévoit pas que les exportations canadiennes de pétrole brut seront affectées.[10] Par contre, les prix du gaz naturel augmentent de 18 p. 100 et les importations du Canada augmentent de 7 p. 100 dans *Kyoto serré*, alors que le gaz naturel déplace le charbon en production d'électricité aux É.-U. Dans *Kyoto lâche*, il y a peu d'impact sur les prix et les importations du gaz naturel. Le GAM ne s'est pas servi des données de l'EIA sur l'importation d'électricité du Canada puisque celle-ci ne semblait pas être cohérente avec les hypothèses sur l'établissement des prix de l'électricité. Le GAM a décidé que le commerce de l'électricité serait presque semblable à celui décrit dans le cas de référence et qu'aucune nouvelle centrale ne serait construite uniquement pour l'exportation d'électricité du Canada. L'étude de l'EIA a aussi fourni certains renseignements sur les impacts macroéconomiques qui ont indiqué qu'il y aurait une réduction du Produit intérieur brut de 1 à 2 p. 100.

3.4. Comprendre les résultats

Les chapitres suivants du présent rapport donnent des estimations des impacts économiques, environnementaux et sur la santé. Avant de présenter une description détaillée de ces résultats, il est essentiel de comprendre la signification de chacun de ces résultats.

En général, les résultats rapportés reflètent le changement de l'activité par rapport à un point de référence auquel on se réfère comme le cas du « maintien du statu quo » (MSQ). Il faut donc considérer que les résultats s'ajoutent à l'activité qui aurait eu lieu dans le

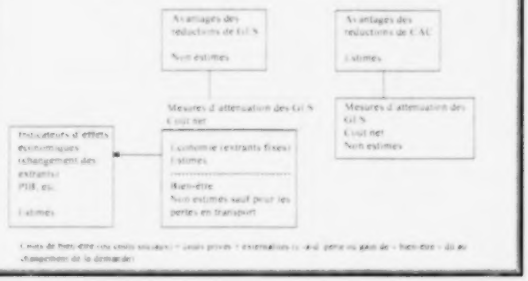
---

10 Il y avait une certaine divergence d'opinion au sein du GAM concernant l'impact des scénarios de Kyoto sur les niveaux d'exportation énergétiques, notamment celles de pétrole brut. Certains perçoivent que l'imposition de coûts de réduction dans le secteur en amont pourrait rendre certaines sources d'approvisionnement non économiques. Par ailleurs, le coût de la réduction sera probablement moins élevé que certains des récents chocs des prix qui n'ont eu aucun impact discernable sur les exportations d'énergie. Il faudrait effectuer des analyses plus détaillées dans ce domaine.

cas du MSQ. De plus, on présente normalement les résultats pour 2010 puisque cette année-là est le milieu de la période d'engagement de Kyoto (2008 à 2012).

Cette section tente de fournir au lecteur une certaine orientation par rapport à un ensemble d'enjeux fondamentaux liés à l'analyse du GAM. Les éléments sont représentés au tableau 3.4 qui fournit un aperçu des résultats produits par les analyses micro et macroéconomiques, environnementales et sur la santé.

Tableau 3.4
Éléments d'évaluation des coûts et avantages économiques, environnementaux et sociaux



Le premier élément est le coût direct de la réduction des GES. Ce coût a été estimé par des micromodèles (énergie-technologie), soit le MAM et le SCMI, et ils sont résumés au chapitre 4. Ces coûts directs représentent l'augmentation des dépenses en capitaux et en main-d'oeuvre (c'est-à-dire les coûts réels en ressources) pour entreprendre le nouvel investissement encouru en réaction à la mesure. Dans certains cas, il pourrait y avoir des diminutions de dépenses. Un investissement, par exemple, dans une technologie plus écoénergétique produira des dépenses inférieures de consommation d'énergie. Ces augmentations et ces diminutions sont additionnées pour obtenir le coût total des réductions. Puisque toutes les dépenses et les dépenses évitées n'ont pas lieu la même année, il est nécessaire d'escompter celles qui auront lieu à l'avenir puisque le dollar dépensé ou économisé dans 10 ans n'a pas la même valeur que le dollar dépensé ou économisé cette année.

Idéalement, l'analyse des coûts directs des réductions devrait comprendre les dépenses financières et les impacts non monétaires (c'est-à-dire les coûts du bien-être). Ces derniers comprennent la valeur du temps consacré (p. ex. pour se déplacer), les autres impacts sur l'environnement et les changements du niveau de la qualité des services fournis.

Bien que les deux modèles microéconomiques fournissent des estimations du coût de la réduction, on constate des variations dans ce que ces coûts représentent réellement. Dans le MAM, tous les coûts sont des coûts réels des ressources encourues par les consommateurs ou les producteurs. Dans le SCMI, les coûts sont ceux perçus par les consommateurs et les producteurs, tenant compte des préférences des consommateurs en matière de produits, de leurs attitudes aux risques, des coûts financiers par rapport aux autres attributs des produits et aux préférences en matière de temps.

Les résultats de la micromodélisation représentent une base permettant d'entreprendre une analyse macroéconomique, laquelle est résumée au chapitre 5. L'exclusion des estimations des coûts en bien-être signifie que les résultats macroéconomiques peuvent

ne pas représenter le coût social net pour le Canada de l'atteinte de l'objectif de Kyoto. Le MAM a estimé certains coûts de bien-être associés à l'augmentation des taxes sur le carburant. Le SCMI n'a pas explicitement estimé aucun coût de bien-être. Il pourrait y avoir d'autres pertes ou bénéfices de bien-être intervenant dans la modélisation microéconomique, mais ces impacts ne sont pas capturés par cette analyse.

Les deux modèles fournissent aussi une estimation du coût marginal des réductions (c'est-à-dire le changement des coûts totaux lorsque une unité additionnelle de CO_2 est réduite). Les coûts marginaux, rapportés comme étant le coût par tonne de GES éliminés sont utiles à évaluer en plus des coûts totals puisque ceux-ci reflètent le « stress » sur l'économie en éliminant une autre unité de GES de tout niveau donné. Le lecteur devrait savoir que le coût par tonne multiplié par les GES éliminés ne produit pas le coût total.

Les coûts dont fait état la microanalyse sont partiels de deux manières. Ils sont, premièrement, les coûts initiaux encourus par les industries et les consommateurs pour réduire les GES. On peut les considérer des coûts directs en autant qu'ils ne comprennent pas les « effets de la deuxième ronde » sur les industries dont traite l'analyse macroéconomique. Dans cet impact initial, la production non liée à l'énergie, c'est-à-dire la production manufacturière, demeure constante. Les « effets de la deuxième ronde » sont cependant inclus dans les coûts des industries productrices d'énergie. Deuxièmement, les coûts estimés par les modèles microéconomiques ne comprennent pas tous les coûts intangibles (un élément du coût social total) tels que la valeur du temps, les changements dans la qualité des services fournis ou les bénéfices environnementaux et pour la santé. Les bénéfices environnementaux et pour la santé sont examinés au chapitre 7.

Le deuxième élément est l'analyse macroéconomique. Les résultats de la micromodélisation ont fourni les calculs permettant d'entreprendre l'analyse macroéconomique résumée au chapitre 5. Les coûts des ressources et les coûts liés aux combustibles servent d'intrants à l'analyse macroéconomique.

Les résultats de l'analyse macroéconomique sont concentrés sur les impacts dans l'ensemble de l'économie et, en autant qu'ils capturent les effets de la deuxième ronde, tels que les changements dans la production industrielle, ils sont plus complets que l'analyse microéconomique. Les résultats macroéconomiques fournissent de l'information sur plusieurs indicateurs, le plus important étant le produit intérieur brut (PIB), l'emploi, le facteur de productivité totale, l'inflation, les importations et les exportations ainsi que les finances gouvernementales.

Le PIB, comme mesure du revenu ou de la production totale de l'économie, ne peut être comparé avec le bien-être. Cependant, puisque le PIB donne de l'information sur les changements de la demande finale de biens et de services, il est parfois interprété comme mesure du bien-être général. Bien que les impacts macroéconomiques représentent les changements de la production dans l'ensemble des secteurs et de l'économie globale, ils

ne reflètent pas les changements dans l'utilité aux consommateurs. En d'autres termes, les changements du niveau du PIB ne représentent pas la relation entre la répartition du revenu et le bien-être social global. De plus, les résultats du PIB ne représentent pas les conséquences directes pour l'économie du changement climatique ni des conséquences locales climatiques qui suivent la réduction des émissions des autres polluants qui sont associés aux émissions de GES. Les comparaisons des changements du PIB par rapport aux changements du bien-être (c'est-à-dire les bénéfices ou les pertes) ne sont donc pas appropriées.

Les impacts économiques de la mise en oeuvre des ensembles de mesures visant la réduction des émissions de GES peuvent être exprimés comme des changements du PIB. Il est important de se souvenir que ces impacts sont présentés comme « une réduction de X pourcentage du PIB » et sont toujours relatifs au PIB sous-jacent du MSQ. Par exemple, une réduction de 3 p. 100 du PIB en 2010 signifie que, au cours de la décennie, l'économie va croître d'environ 26 p. 100 plutôt que de 30 p. 100 tel que prévu dans le MSQ (90 p. 100 de 130 p. 100). Cela est l'équivalent à la perte d'environ une année de croissance, mais ne sous-entend pas que le taux de croissance annuel du PIB baisse de 3 p. 100.

Les impacts environnementaux et sur la santé (IES) associés à l'atténuation des GES constituent le troisième élément. Les économies de carburant sont des intrants pour calculer les bénéfices environnementaux et sur la santé. De façon semblable aux analyses micro et macroéconomiques, les IES sont des changements par rapport au MSQ. Les résultats sur les IES sont présentés en termes physiques (c'est-à-dire des changements des niveaux des émissions) et quantitatifs (c'est-à-dire financés).

L'évaluation des bénéfices est composée de deux parties, le bénéfice primaire et secondaire ou cobénéfice. Le bénéfice primaire représente la contribution que font les activités d'atténuation des GES à une amélioration globale du climat et les impacts conséquents sur l'environnement, l'économie et la société. Le rapport ne fournit pas une évaluation de ces bénéfices. Il est très difficile d'estimer de tels bénéfices puisqu'ils sont incertains, futurs, global dans leur nature et qu'ils dépendent des actions des autres.

Les bénéfices secondaires ou cobénéfices comprennent ceux qui sont associés à l'impact des mesures proposées des réductions des GES des « polluants conventionnels » tels que le NO_X, SO_X, les composés organiques volatiles et les particules. Ces émissions détériorent éventuellement la qualité de l'air et peuvent avoir des impacts négatifs sur la santé et l'environnement. Des mesures de réduction des GES qui réduisent aussi les autres émissions produisent donc normalement des bénéfices positifs, mais il peut y avoir de temps à autre des cobénéfices négatifs. Essentiellement, ces cobénéfices peuvent être considérés comme un « bonus » à la raison primaire d'entreprendre ces mesures de réduction des émissions de GES. L'analyse des IES représente une évaluation de ces cobénéfices. Les cobénéfices sont facilement mesurables puisqu'ils sont locaux par nature et qu'ils dépendent moins des actions par les autres.

Les impacts financiers découlant de l'analyse des IES reflètent un changement du bien-être de la société. Comme tel, ils peuvent être comparés aux coûts de la réduction des émissions des GES, mais non à l'impact sur le PIB. Cependant, il faut être prudent dans la comparaison des résultats sur les IES présentés au chapitre 7 avec les résultats microéconomiques que l'on trouve au chapitre 4. L'analyse des IES ne tient pas compte de la possibilité de produire les mêmes bénéfices par des mesures qui ne réduisent pas les GES. Si des analyses additionnelles étaient entreprises afin de combler ces lacunes d'information, une comparaison pourrait être effectuée entre les coûts microéconomiques et les cobénéfices des IES auxquels une valeur monétaire serait attribuée.

Incertitude

L'analyse du changement climatique est fort complexe et elle comporte plusieurs incertitudes. Les principaux domaines d'incertitude comprennent :

- les hypothèses du cas de référence, notamment la croissance économique, les prix énergétiques et les projections des émissions de GES;
- les hypothèses utilisées dans la présente analyse, notamment en ce qui concerne les puits de l'agriculture et du sol;
- le calendrier de mise en oeuvre des politiques afférentes au Protocole de Kyoto;
- la nature des mécanismes internationaux;
- l'ampleur du commerce interprovincial de l'électricité;
- la sensibilité des importations et des exportations canadiennes aux changements des prix étrangers.

Chapitre 4
Résultats des modèles énergie-technologie

Le présent chapitre fournit les résultats directs aux niveaux national, sectoriel et régional des deux modèles énergie-technologie.[11] Ces résultats comprennent la réduction des émissions de GES, le coût associé et la consommation d'énergie pour diverses combinaisons de voies et de scénarios. Toutes les combinaisons n'ont pas été examinées parce qu'elles n'auraient fourni que des éclairages additionnels limités. Les combinaisons analysées sont montrées au tableau 4.1. Les cinq voies ont été analysées dans le scénario le *Canada agit seul*. Les voies 2 et 4 ont été complètement examinées dans les deux scénarios *Internationaux*. Les deux ensembles de résultats des modèles énergie-technologie (SCMI et MAM) sont présentés.

Tableau 4.1
Voies et scénarios examinés dans l'analyse microéconomique

	Canada seul	Kyoto serré	Kyoto lâche
Voie 0	X		
Voie 1	X		
Voie 2	X	X	X
Voie 3	X		
Voie 4	X	X	X

Les résultats des deux analyses complétées à l'aide des modèles énergie-technologie sont disponibles dans des rapports distincts. Les résultats du modèle SCMI peuvent être consultés dans le rapport intitulé *L'intégration des options de réduction des émissions de ges en utilisant le SCIM*, préparé par le Groupe de recherche en énergie / M.K. Jaccard et Associés. Les résultats du modèle MAM sont disponibles dans le rapport intitulé *Analyse intégrée des options de réduction des ges à l'aide du modèle d'allocation du marché*, préparé par HALOA, Inc.

Principales leçons

- Il existe une relation claire entre le niveau de souplesse disponible dans une politique de réduction des émissions et le coût total des efforts de réduction des émissions. On peut en général montrer que de passer des objectifs individuels des émissions par secteur à un objectif d'émissions intersectoriel permettra l'atteinte de l'objectif souhaité à un coût national plus bas.

---

[11] Les résultats pour le secteur agricole, qui a été modélisé séparément, sont aussi inclus.

- Les émissions de gaz à effet de serre sont réduites par les améliorations de l'efficacité qui réduisent la consommation de combustibles fossiles et par la substitution de carburants à intensité carbonique moins grande. L'impact relatif sur la consommation des différentes sources d'énergie dépend de la taille de l'objectif des émissions et de la disponibilité de carburants moins intenses en carbone et de technologies efficaces. Par exemple, le charbon et le pétrole ont tendance à être remplacés par le gaz naturel, réduisant ainsi la consommation de charbon et de pétrole dans toutes les voies par rapport au MSQ. La demande nationale de gaz naturel baisse elle aussi, ce qui est plutôt surprenant. Cela s'explique lorsque l'on sait que l'augmentation de la demande de gaz naturel, à cause de son choix de remplacement dans certains domaines, est compensée par des améliorations de l'efficacité de l'utilisation du gaz naturel. Des changements dans les hypothèses précises au sujet de la disponibilité de la technologie ou des occasions commerciales pourraient modifier ce résultat. Si la capture et l'entreposage du CO_2 provenant de la production d'électricité par consommation du charbon et, à un degré moindre, le commerce interprovincial accru de l'hydroélectricité n'étaient pas disponibles, alors une plus grande substitution vers la production d'électricité à l'aide du gaz naturel, au lieu des autres combustibles, pourrait créer une demande additionnelle de gaz naturel.

- Afin d'atteindre des réductions rentables des émissions au Canada, les différents secteurs font face à des occasions ou à des défis de réduction des émissions. Le secteur industriel, notamment les producteurs de pétrole et de gaz, ainsi que le secteur des transports semblent confrontés à des plus grands défis, alors qu'il semble y avoir des occasions à moindre coût en production d'électricité, liées à la capture et à l'entreposage du CO_2 et au commerce interprovincial.

- Les deux modèles énergie-technologie indiquent des tendances de réduction semblables des émissions dans toutes les provinces. Dans toutes les voies permettant l'atteinte de l'objectif national, les émissions en Alberta et en Colombie-Britannique demeurent au-dessus des niveaux de 1990. Dans toutes les autres provinces, à des degrés variables, il y a réduction de leurs émissions au-dessous des niveaux de 1990 et dans la plupart des cas, en deçà de 94 p. 100 de ces niveaux. Cependant, la tendance des coûts directs est quelque peu différente. Pour la plupart des provinces, les coûts directs baissent dans une approche de politique optimisée (c'est-à-dire les voies 2 et 4), alors que pour l'Alberta et la Saskatchewan, les coûts augmentent. Cela est en grande partie lié aux coûts additionnels associés à la capture et à l'entreposage du CO_2.

- L'accès aux mécanismes de Kyoto réduit considérablement pour le Canada les coûts directs de diminuer les émissions et modifie la charge de cette réduction dans tous les secteurs et dans toutes les provinces.

- Il faut effectuer d'autres travaux sur les scénarios internationaux, notamment pour comprendre la vulnérabilité canadienne aux changements des prix mondiaux et nord-américains des marchandises causés par l'accord international sur le changement climatique.

L'analyse de sensibilité des résultats indique que le coût des réductions des émissions au Canada, calculé à partir de l'analyse et de l'éclairage provenant des Tables de concertation, augmente graduellement jusqu'à environ 50 Mt de l'objectif de Kyoto. Les coûts de réduction des émissions commencent alors à augmenter à un taux beaucoup plus rapide. Ce résultat indique qu'une augmentation de l'écart des émissions au Canada accroîtrait de façon disproportionnée les coûts totaux de la réduction des émissions. On y voit aussi une indication que l'accès aux mécanismes internationaux de flexibilité, le résultat de négociations internationales sur les puits de l'agriculture et des sols, la disponibilité de technologies à faible coût de réduction des émissions et les hypothèses du cas de référence auront des impacts sur les coûts nationaux, sectoriels et régionaux de la réduction des émissions.

4.1. Contexte des résultats du *Canada agit seul*

Afin d'interpréter les résultats, il est important de comprendre le contexte dans lequel ils ont été calculés. Il y aura des différences entre les résultats produits par les deux modèles, principalement attribuables aux différentes philosophies des modèles telles que décrites au chapitre 3. Le GAM a choisi ces deux modèles précisément afin d'examiner l'impact des différentes philosophies des modèles.

Il y aura d'autres différences attribuables à certaines hypothèses uniques de chaque modèle. Les plus importantes sont :

Après 2012 - Les deux modèles énergie-technologie ont traité cette période de temps différemment à cause de leur nature. Pour le modèle d'optimisation, le MAM, l'engagement de Kyoto de 565 Mt a été maintenu constant, alors que pour le modèle "comportemental", le SCMI, le coût marginal de la réduction, pour 2010, a été maintenu constant. Cela pourrait faire en sorte que les émissions de GES dans le SCMI seront plus élevées que l'engagement global après 2010.

Évaluation du coût moyen par rapport au coût marginal - Tel que décrit au chapitre 3, le prix de l'électricité est déterminé différemment dans les modèles SCMI et MAM. Dans le modèle SCMI, le prix est déterminé par le coût moyen de production d'électricité. Dans le MAM, les secteurs producteurs d'énergie établissent le prix afin de refléter le coût marginal de production de la dernière unité. Le résultat de l'établissement du coût marginal est que les secteurs producteurs d'énergie reçoivent des profits additionnels parce que le revenu additionnel est plus élevé que le coût total des politiques de réduction des émissions.

Commerce interprovincial de l'électricité - Le MAM suppose que le marché de l'électricité est entièrement compétitif, alors que le commerce interprovincial est restreint dans le SCMI. Cela laisse entendre que le MAM permet un accoissement de la transmission interprovinciale alors que le SCMI ne la permet pas. En conséquence, le SCMI montre un niveau plus élevé d'émissions provenant du secteur de l'électricité puisqu'une quantité d'hydroélectricité ne serait pas disponible pour remplacer la production d'électricité par combustion de combustibles fossiles.

Production des raffineries - Dans le SCMI, on suppose que l'industrie du raffinage au Canada demeure compétitive dans le marché nord-américain; de cette manière, si la demande canadienne de produits raffinés baisse, tout surplus peut être exporté. Par contre, dans le MAM, une portion de cette industrie ne sera pas compétitive, signifiant qu'une baisse de la demande pourrait provoquer une réduction de la capacité du raffinage. On peut prévoir que le SCMI produirait un niveau plus élevé d'émissions dans cette hypothèse.

Les hypothèses suivantes s'appliquent aux deux modèles :

Production fixe du secteur non-énergétique - Cette hypothèse maintient la production de tous les secteurs non-énergétiques de l'économie aux niveaux du cas de référence. Le GAM a délibérément imposé cette contrainte aux modèles énergie-technologie car il était d'avis qu'un modèle macroéconomique capturerait mieux l'effet des changements d'énergie sur tous les secteurs de l'économie. La seule exception est le secteur des transports où on permet un changement à la demande des déplacements routiers. Cette exception a été faite puisque plusieurs des mesures de la Table visaient à réduire la demande de déplacements.

Production de combustible fossile – Dans les cas *Le Canada agit seul*, on a maintenu au niveau des cas de référence la production de combustibles fossiles. Cette hypothèse a été adoptée afin d'isoler et de comprendre les effets directs des stratégies de réduction des GES. Cette hypothèse représente une plus grande demande sur les producteurs d'énergie de réduire les émissions.

Exportations d'énergie - Étant donné que la production des combustibles fossiles est maintenue aux niveaux du cas de référence, les exportations varieront dépendant de la demande nationale. Par exemple, si la demande nationale de pétrole brut baisse, les exportations augmenteront par la quantité de la diminution, c'est-à-dire le surplus peut être vendu aux É.-U. pour respecter l'hypothèse de production constante.

Prix d'exportation de l'énergie - Ils ont été maintenus aux niveaux du cas de référence et ce pour deux raisons : premièrement, on ne pourrait pas s'attendre à ce que le Canada ait un effet sur les prix mondiaux du pétrole et, deuxièmement,

sans modéliser directement le marché nord-américain du gaz naturel, l'offre et la demande aux É.-U. et l'effet conséquent sur les prix sont inconnus.

Les variations à ces hypothèses pour les scénarios *Internationaux* sont présentées à la section 4.4. et pour l'analyse macroéconomique au chapitre 5. L'analyse de sensibilité présentée dans le présent chapitre sera comparée aux résultats du MAM fondés sur la voie 2 *Le Canada agit seul*.

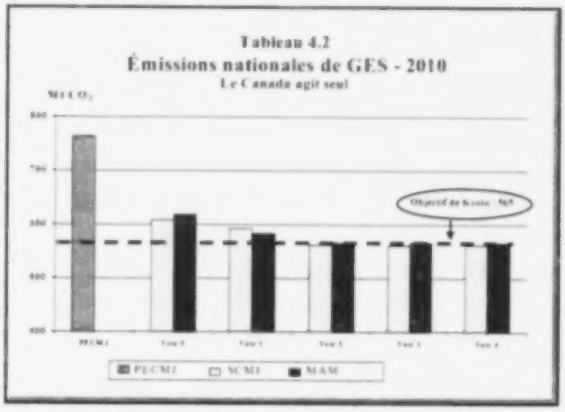
4.2. Résultats - *Le Canada agit seul*

Résultats nationaux

Émissions de GES

Dans le cas de référence (MSQ),[12] les émissions de GES sont projetées atteindre 748 Mt en 2010, en autant que l'hypothèse de 16 Mt pour les puits de la foresterie et de l'agriculture est incluse dans le texte final du Protocole de Kyoto (voir le chapitre 3). La réduction requise est de 183 Mt pour atteindre l'objectif de Kyoto de 565 Mt (tableau 4.2). Chacune des voies devait réduire les émissions pour atteindre cet objectif. Cependant, les voies 0 et 1 n'atteignaient pas ce niveau. Les voies 2, 3 et 4 atteignaient la réduction visée par leur conception propre.

Tableau 4.2
Émissions nationales de GES - 2010
Le Canada agit seul



La voie 0, représentant un regroupement de toutes les mesures des Tables de concertation, n'atteint pas l'objectif de Kyoto. Bien que certaines des Tables de concertation ne pouvaient fournir une quantité suffisante de mesures pour atteindre leur objectif de réduction d'émissions, les mesures soumises atteignent environ deux tiers des réductions nécessaires. Une des raisons pourquoi la voie 0 n'a pas atteint l'objectif des émissions est que la méthode préférée d'atteinte de réductions des émissions du secteur de l'électricité, soit l'établissement de prix pour les émissions, n'a pas été incluse dans la voie 0. Les réductions des émissions dans la voie 0 n'atteignent pas l'objectif par 44 et 54 Mt dans le SCMI et le MAM respectivement.

---

12 Les termes *cas de référence* et *MSQ* (maintien du statu quo) sont utilisés l'un pour l'autre.

Dans la voie 1, chaque secteur doit atteindre un objectif de « *6 p. 100 de moins que les émissions de 1990* ». L'objectif global de réduction n'a pas été atteint dans la voie 1 parce que le secteur en amont et de raffinage ne pouvait atteindre son objectif de réduction des émissions à cause de mesures insuffisantes, même à un coût de 300 $ la tonne de CO_2, et à cause de la croissance élevée des émissions liées à la production accrue de pétrole et de gaz naturel.

Coûts

Les deux modèles fournissent des estimations du coût à long terme de la réduction d'une unité et sur une base globale. Les coûts unitaires reflètent le coût marginal[13] de la réduction, qui peut être interprété comme le prix d'un permis d'émissions.

Les coûts marginaux de la réduction des émissions pour chaque voie du scénario *Le Canada agit seul* sont fournis au tableau 4.3. Aucun coût n'est montré pour la voie 0 puisque les mesures ont été imposées. Pour la voie 1, le seul coût marginal pertinent provient du secteur de l'électricité. Les résultats des voies optimisées (2 et 4) sont plus intéressants. Le MAM indique que le coût de la réduction des émissions dans l'ensemble de l'économie est d'environ 57 $ la tonne de CO_2, tandis que le SCMI a un coût beaucoup plus élevé d'environ 120 $ la tonne de CO_2.[14] Les résultats un peu plus bas pour les voies 3 et 4 interviennent parce que les secteurs couverts par le système d'échanges n'incluent pas le coût de réduction plus élevé associé aux secteurs qui ne participent pas au système d'échanges. Il faut aussi remarquer que dans les voies 1 et 3, on trouve l'augmentation des taxes sur les carburants requises pour atteindre l'objectif

Tableau 4.3
Coût marginal de la réduction des GES :
Le Canada agit seul
($/tonne)

	Électricité	Industrie en amont	Résidentiel et commercial	Transport	Taxe sur carburant cents/litre
MAM					
Voie 0					
Voie 1	21		5	70	16
Voie 2	57	57	57	57	
Voie 3	32	32		84	19
Voie 4	49	49	49	49	
SCMI					
Voie 0					
Voie 1	50		10	50	12
Voie 2	120	120	120	120	
Voie 3	110	110	20	50	12
Voie 4	120	120	120	120	

13 Le coût marginal est le coût de la dernière unité de GES éliminée. Le SCMI utilise le terme de prix fictif comme synonyme de coût marginal.

14 Dans les voies 2 et 4, les deux modèles tentent d'estimer le prix du carbone qui permet tout juste l'atteinte de l'objectif, c'est-à-dire le prix requis pour la dernière tonne de CO_2 pour l'objectif de réduction. Dans l'estimation de ce « coût marginal », le MAM tient compte seulement des coûts financiers directs. Par contre, le SCMI tient toujours compte de coûts moins tangibles qui sont fondés sur le comportement observé des consommateurs. Bien que de tels coûts intangibles soient pertinents pour déterminer la réaction des consommateurs aux initiatives en matière de politique, ils contiennent, par leur nature, un grand élément subjectif. L'équipe de modélisation du SCMI a suggéré que si ces paramètres sur le comportement étaient éliminés de leur analyse, l'estimation stricte du « coût financier » du coût de la réduction marginal pourrait être d'environ 80 à 90 $ la tonne de CO_2.

dans le secteur des transports. Le coût additionnel de la taxe est d'environ 16 à 19 cents le litre dans le MAM et d'environ 12 cents le litre dans le SCMI. Afin de mettre cela en contexte, il faut savoir que la taxe fédérale d'accise actuelle sur l'essence est de 10 cents le litre et que la quantité totale des taxes (fédérale et provinciales) est, en moyenne, 32 cents le litre.

Les coûts totaux d'investissement et coûts nets des cinq voies sont montrés au tableau 4.4. Afin d'interpréter ces résultats, il faut certaines explications :

Tableau 4.4
Investissements et coûts nets par voie
Le Canada agit seul
(VAN_{10} milliards de $)

	Voie 0	Voie 1	Voie 2	Voie 3	Voie 4
Investissements					
SCMI	151	139	106	121	106
MAM	91	77	22	51	30
Coût total net					
SCMI	41	61	45	46	45
MAM	46	52	14	36	20
Réductions de GES ($Mt\ CO_2$)					
SCMI	141	157	187	192	190
MAM	128	164	181	182	182

Excluant les coûts de bien-être

- Ils sont marginaux par rapport au cas de référence. Ceci est important lorsqu'on effectue une comparaison entre les différences apparemment importantes des coûts entre les modèles et pour l'ensemble des voies.

- Les investissements comprennent les coûts de la ressource réelle associés à la formation du capital et aux coûts opérationnels et d'entretien, sans inclure aucun coût de bien-être.[15]

- Le coût net est déterminé en comparant les investissements totaux requis dans le MSQ par rapport aux investissements des mesures de réduction des GES dans chaque voie, moins les économies de coût d'énergie conséquente produites par ces mesures.

- Les investissements et les économies sont accumulés pendant une période de 20 ans et exprimés en termes de valeur actuelle, escomptée à 10 p. 100 (VA_{10}).

- Tous les investissements sont nets de valeurs non dépréciées après 2022 et sont exprimés en dollars canadiens de 1995.

Les investissements marginaux varient de 106 à 151 milliards $ pour le SCMI et de 22 à 91 milliards $ pour le MAM. Le VA_{10} des coûts nets associés à ces réductions varie de 41 à 61 milliards $ pour le SCMI et de 14 à 52 milliards $ pour le MAM.

En ce qui concerne les exigences d'investissement, les voies 0 et 1, où les mesures sont

---

15 Le MAM fournissait une estimation du coût du bien-être lié au transport, alors que le SCMI n'en fournissait pas. Cependant, il y a une certaine incertitude concernant l'inclusion des coûts du bien-être par la Table des transports.

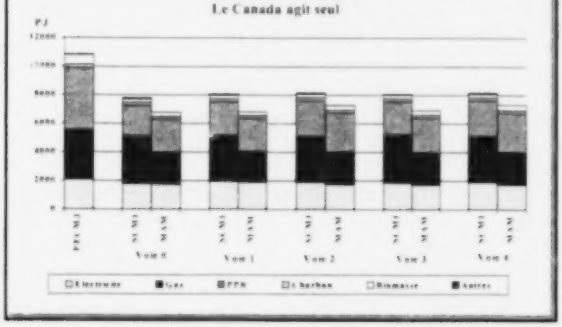
imposées, sont plus coûteuses. La voie 3, qui permet un certain échange d'émissions, est un peu moins coûteuse. Les voies 2 et 4 montrent le plus bas coût d'investissement parce que ces modèles choisissent l'ensemble à moindre coût de mesures qui pourrait assurer l'atteinte de l'objectif des émissions. L'investissement marginal est beaucoup plus petit dans le MAM.

Les investissements requis peuvent produire des économies des coûts de l'énergie. Des coûts nets capturent l'impact de compensation des investissements et des économies. Sur une base nette, les deux modèles concluent que la voie 1 est la plus coûteuse parce que chaque secteur a un objectif imposé et est forcé d'utiliser des mesures à coûts plus élevés que celles disponibles ailleurs dans l'économie. Par contre, une approche optimisée telle que celle des voies 2 et 4 où un objectif regroupé est utilisé et les mesures plus rentables sont choisies, semble offrir une solution à coût beaucoup plus bas. Les voies 2 et 4 atteignent ce résultat en diminuant les réductions des émissions requises dans les secteurs à coûts élevés, tels que la production en amont de pétrole et de gaz et, à un degré moindre, les transports, et en augmentant dans les secteurs à coûts moins élevés, notamment l'électricité. Un contraste intéressant entre les modèles est le coût semblable produit par le SCMI pour les voies 2, 3 et 4, à comparer à l'augmentation remarquable dans le MAM pour la voie 3. Le résultat du MAM est prévu à cause des mesures imposées, qui ne sont pas choisies dans les voies 2 et 4, mais qui sont introduites dans la voie 3, accroissant ainsi les investissements. Dans le SCMI, les mesures choisies sont incluses dans ces trois voies, ce qui suggère que les attributs du comportement du SCMI provoquent un coût moindre que le coût marginal de la réduction des mesures imposées, notamment dans le transport.

Les coûts des réductions des émissions sont sensibles aux hypothèses. Afin d'évaluer l'ampleur de l'impact, l'analyse de sensibilité a été entreprise par rapport à certaines des hypothèses critiques utilisant le modèle du MAM fondé sur la voie 2CA.

Consommation d'énergie d'utilisation finale

Tableau 4.5
Consommation d'énergie en utilisation finale par combustible - 2010
Le Canada agit seul



Dans toutes les voies, la consommation totale d'énergie d'utilisation finale est inférieure d'environ 30 p. 100 par rapport au cas de référence (tableau 4.5), le MAM prévoit des économies plus élevées d'énergie que le SCMI attribuable à une plus grande pénétration des technologies éconergétiques. Le changement de la répartition des carburants est encore plus intéressant. La demande d'électricité baisse légèrement par rapport au MSQ; le gaz naturel connaît une légère baisse dans le SCMI, mais une grande baisse dans la MAM, atteignant jusqu'à 40 p. 100 dans les voies où la capture et l'entreposage du CO_2 sont utilisés, puisque le charbon demeure viable comme source de combustible de production d'électricité en Alberta et en Saskatchewan. La demande de produits pétroliers raffinés (PPR) baisse considérablement, soit d'environ 30 p. 100. Les deux modèles indiquent des réductions considérables de la consommation d'essence et de diesel attribuables à la demande réduite et aux améliorations de l'efficacité, notamment dans les voies 0, 1 et 3.

L'électricité représente une part d'environ 19 p. 100 de l'utilisation finale de l'énergie dans le MSQ, augmentant à près de 25 p. 100 pour toutes les voies. Dans le MAM, le gaz naturel a une part semblable de l'utilisation finale de l'énergie que celle du cas de référence (32 p. 100). Cependant, les résultats du SCMI indiquent que le gaz naturel augmente à environ 40 p. 100. La demande de PPR baisse d'une part d'environ 40 p. 100 dans le MSQ à environ 35 p. 100 dans les résultats du MAM et de 30 p. 100 dans les résultats du SCMI.

Résultats sectoriels - Le Canada agit seul

Cette section présente la réduction des émissions par secteur. L'analyse couvre sept secteurs, soit : l'électricité, l'amont et le raffinage, l'industrie, le résidentiel, le commercial (y compris les déchets municipaux), les transports et, l'agriculture et autres. Le secteur agriculture et autres est traité de la même manière dans toutes les voies. Seuls les résultats des voies 2, 3 et 4, qui atteignent l'objectif de Kyoto, sont représentés.

Les secteurs de l'électricité, de l'amont et des transports, qui représentent environ 60 p. 100 des émissions du MSQ, totalisent plus de 75 p. 100 des réductions des émissions pour toutes les voies dans les deux modèles. Les deux modèles classent l'électricité comme le plus grand apport aux réductions des émissions dans les voies 2, 3

et 4. Dans le MAM, le secteur en amont et de raffinage atteint normalement le deuxième rang dans les voies 2 et 4, alors que le SCMI classe le transport comme le deuxième plus grand apport. Dans la voie 3, les deux modèles classent la contribution dans le même ordre : électricité, transport et amont (tableau 4.6).

Tableau 4.6
Ventilation sectorielle des réductions de GES - 2010
Le Canada agit seul
(pourcentage de l'écart)

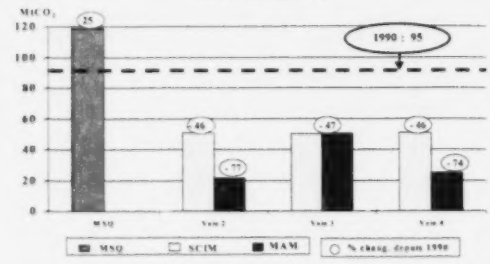
	Voie 2		Voie 3		Voie 4	
	SCMI	MAM	SCMI	MAM	SCMI	MAM
Électricité	43	57	43	40	43	55
Amont et raffinage	10	12	10	14	10	14
Industrie	7	5	7	5	7	5
Résidentiel	5	5	0	3	5	5
Commercial	6	6	4	4	6	6
Transport	24	9	31	27	24	10
Agriculture autres	6	5	6	6	6	6

L'électricité fournit une grande contribution puisqu'il y a des options à moindre coût par rapport aux autres secteurs, tels que la capture et l'entreposage du CO_2 dans ce secteur. Les transports fournissent de grandes réductions attribuables aux économies de carburant et le secteur en amont et de raffinage comporte, dans l'hypothèse, des mesures génériques à coût élevé.

Secteur de l'électricité

Les mesures dans le secteur de l'électricité fonctionnent dans des directions opposées. Les mesures d'efficacité dans l'utilisation finale ont tendance à réduire la demande, alors que le remplacement de carburants fossiles par l'électricité a tendance à accroître la demande.

Tableau 4.7
Émissions de GES du secteur de l'électricité - 2010
Le Canada agit seul



En 2010, la prévision du MSQ pour les émissions de GES est de 119 Mt. Les réductions d'émissions prévues dans la voie 3 sont semblables pour les deux modèles (68 Mt). Pour les voies 2 et 4, les résultats du SCMI et du MAM sont différents : 67 Mt pour les deux voies dans le SCMI et environ 95 Mt pour le MAM (tableau 4.7).

Dans les voies 2 et 4, la capture et l'entreposage du CO_2 dans des aquifères profonds de l'ouest du Canada est une stratégie importante des réductions en Alberta et en Saskatchewan, laquelle permet l'utilisation continue du charbon dans la production d'électricité.

Dans ces voies, la capture du CO_2 atteint environ 27 Mt dans le SCMI et 43 Mt dans le MAM (tableau 4.8). Dans les deux modèles, la capture et l'entreposage des émissions représente environ 45 p. 100 de la réduction totale dans ce secteur. Dans la voie 3 du

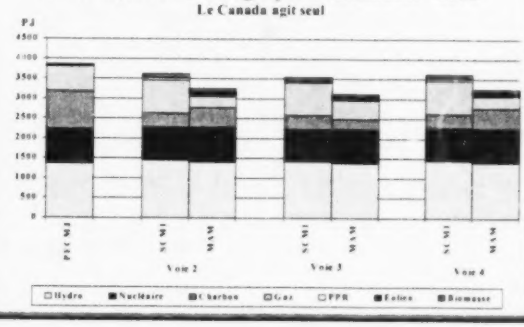
MAM, seulement environ 2 Mt sont réduites de cette manière à cause du coût marginal plus bas des réductions pour les grands émetteurs finals qui induisent une plus grande production à partir du gaz dans l'ouest du Canada aux dépens du charbon.

Tableau 4.8
Capture et entreposage de CO_2 - 2010
Le Canada agit seul
(mégatonnes)

	Voie 0	Voie 1	Voie 2	Voie 3	Voie 4
MAM	0	2	43	2	41
SCMI	0	0	27	24	27

La répartition de carburant pour produire de l'électricité change selon le choix de la stratégie de réduction. Globalement, les volumes de carburant pour produire de l'électricité sont plus bas dans toutes les voies par rapport au MSQ (tableau 4.9). Dans le SCMI et le MAM, la consommation de l'énergie nucléaire demeure inchangée, alors que celle de l'hydroélectricité augmente jusqu'à 5 p. 100 par rapport au cas de référence. Dans toutes les voies, le SCMI a tendance à prévoir moins de production à partir du charbon que le MAM et, en conséquence, la quantité capturée et entreposée est plus faible. Contrairement à cela, le SCMI prévoit une plus grande production à partir du gaz naturel. Dans les deux modèles, la consommation de produits pétroliers raffinés (PPR) décline dans toutes les voies. Les carburants renouvelables, notamment l'éolien et la biomasse, n'atteignent pas une grande pénétration, normalement moins de 5 p. 100 dans toutes les voies, y compris la voie 0 où la production d'électricité générant peu d'émissions est subventionnée.

Tableau 4.9
Secteur de l'électricité
Consommation d'énergie par combustible - 2010
Le Canada agit seul



On prévoit que dans toutes les voies, le secteur de l'électricité devrait atteindre de grandes réductions de production des GES à un coût relativement bas. Normalement, le secteur produit entre 20 et 60 p. 100 des réductions totales requises pour l'atteinte de l'objectif.

Secteur en amont et du raffinage

Le SCMI présente des réductions dans le secteur en amont et du raffinage d'environ 18 Mt pour les voies. Les réductions sont plus élevées dans le MAM (24 Mt). En 2010, la prévision du cas de référence est de 146 Mt.

Secteur industriel

Les résultats détaillés des sous-secteurs industriels, tels que les pâtes et papier et le fer et l'acier, se trouvent dans les rapports des modélisateurs microéconomiques.

À comparer au niveau du cas de référence de 115 Mt, toutes les voies et les deux modèles indiquent une réduction d'environ 13 Mt.

On prévoit que la consommation totale d'énergie baissera d'environ 4 000 PJ dans le cas de référence à environ 3 800 PJ dans le SCMI et à un niveau un peu inférieur à 3 500 PJ dans le MAM pour toutes les voies. La consommation de PPR affiche la plus grande baisse dans toutes les voies et dans les deux modèles. Le gaz naturel demeure à environ le même niveau que celui du MSQ dans l'analyse du SCMI, mais est légèrement plus bas dans le MAM. Il y a une baisse de la consommation des carburants bois et copeaux à brûler. Il y a peu de variation dans la répartition des carburants ou dans la consommation dans l'ensemble des voies.

Secteurs résidentiel et commercial

Les secteurs résidentiel et commercial combinés, y compris les déchets municipaux, produisent 106 Mt d'émissions dans le MSQ. Toutes les voies affichent d'importantes réductions dans les deux modèles. Les voies 2 et 4 montrent les niveaux les plus élevés de réduction, soit 27 Mt et 22 Mt pour le SCMI et le MAM respectivement. La voie 3 montre le plus bas niveau de réduction, soit près de 14 Mt pour les deux modèles. La plus grande partie de ces réductions est obtenue par des mesures proposées dans les ensembles d'options.

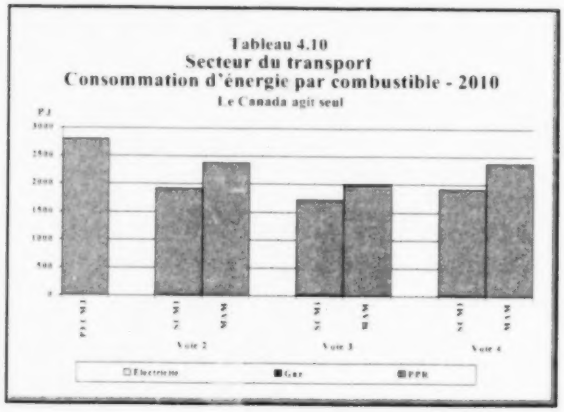
Le cas de référence montre que la consommation totale d'énergie est d'environ 2 600 PJ, laquelle est dominée par l'électricité et le gaz naturel. La consommation totale baisse à environ 2 200 PJ dans le SCMI et à environ 2 450 PJ dans le MAM. Quoique les parts de carburant ne changent pas considérablement, il y a une légère tendance à délaisser les PPR et l'électricité dans les deux modèles. Le gaz naturel accroît sa part légèrement, mais la consommation globale est généralement plus basse que celle du MSQ.

Secteur des transports

Dans ce secteur, les deux modèles indiquent que les émissions baissent par rapport au cas de référence de 197 Mt à environ 140 Mt dans la voie 3. Cette voie incorpore les 44 mesures les « plus prometteuses » et « prometteuses » ainsi que l'augmentation de la taxe sur les carburants, qui est de 12 à 19 cents le litre plus élevée que les niveaux actuels. Les voies 2 et 4 montrent de plus petites réductions, soit 43 Mt et 24 Mt pour le SCMI et le MAM respectivement.

Dans le SCMI, la consommation d'énergie baisse radicalement de 2 800 PJ dans le cas de référence à environ 1 700 PJ dans la voie 3 et à environ 1 900 PJ dans les voies 2 et 4.

La tendance est semblable dans le MAM, mais les réductions sont moins grandes, la consommation de carburant se situant à entre 2 000 PJ et 2 400 PJ (tableau 4.10). Toutes les réductions sont dans la consommation des PPR. Dans l'analyse du SCMI, le gaz naturel atteint une petite pénétration de moins de 1 p. 100 dans la consommation d'énergie pour les transports.



Puisque plusieurs des mesures proposées par la Table de concertation des transports ont un coût relativement élevé, peu d'entre elles sont incluses dans les voies 2 et 4 aux coûts moins élevés. Le secteur des transports a donc de la difficulté à produire des réductions significatives d'émissions dans l'une ou l'autre de ces voies.

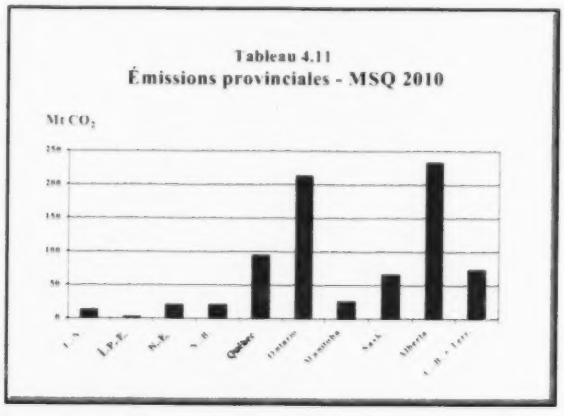
Secteur de l'agriculture et autres

Ce secteur comporte des émissions non liées à l'énergie de l'agriculture, de l'utilisation des terres, des gaz de propulsion, des hydrofluorocarbones (HFC) et des anesthésiques. Le secteur agricole représente près de 90 p. 100 de ces émissions, qui étaient de 66 Mt dans le cas de référence, après avoir alloué 6 Mt pour les puits potentiels du sol.

Dès 2010, en conséquence des options proposées par la Table de l'agriculture, les émissions de l'agriculture devraient être de 8 Mt de moins que le MSQ. La plupart de ces réductions se trouvent dans trois domaines : l'augmentation du non-labourage, la diminution des terres en jachère en été et la gestion du pacage. La réduction pour les autres composants (gaz de propulsion, HFC et anesthésiques) est atteinte par l'échange de permis puisqu'aucune mesure n'est proposée.

Résultats régionaux - Le Canada agit seul (tableau 4.11)

La répartition provinciale des émissions de GES avant les ajustements pour les puits dans le cas de référence. L'Alberta et l'Ontario représentent chacune environ 30 p. 100 des émissions du Canada. Le Québec représente environ 12 p. 100, et la C.-B. et la Saskatchewan environ 10 p. 100 chacune.



L'Alberta et l'Ontario fournissent les plus grandes portions des réductions de GES dans toutes les voies. La portion de l'Alberta est d'environ 35 p. 100 des réductions totales. La portion de l'Ontario varie entre 25 et 35 p. 100 (tableau 4.12). En Alberta, les niveaux élevés de réductions sont attribués à la capture et l'entreposage du CO_2 provenant de la production de l'électricité. En Ontario, les réductions sont concentrées dans les transports et l'électricité. Il y a de légères variations entre les modèles concernant quelle province fournit le plus de réduction des émissions. Dans la voie 3, le SCMI montre que l'Alberta a un niveau plus élevé que celui de l'Ontario, alors que le MAM montre le contraire. Dans les voies 2 et 4, les deux modèles montrent l'Alberta ayant la portion la plus élevé des réductions des émissions. Le Québec, la Colombie-Britannique, la Nouvelle-Écosse et le Nouveau-Brunswick ont environ une portion de 4 p. 100 et de 3 p. 100 respectivement. Le Manitoba a la portion la plus basse. Ces résultats reflètent les niveaux de GES de chaque province, c'est-à-dire les provinces ayant un plus grand niveau d'émissions ont tendance à fournir une plus grande portion des réductions.

Tableau 4.12
Ventilation régionale des réductions de GES - 2010
Le Canada agit seul
(pourcentage de l'écart)

	Voie 2		Voie 3		Voie 4	
	SCMI	MAM	SCMI	MAM	SCMI	MAM
T.-N.	1	2	1	2	1	2
Î.-P.-É	0	0	0	0	0	0
N.-É.	5	4	4	3	5	4
N.-B.	3	3	3	3	3	3
Québec	10	6	11	8	11	6
Ontario	25	30	26	36	25	30
Manitoba	3	3	3	4	3	3
Sask.	10	11	10	6	10	11
Alberta	34	35	34	30	34	35
C.-B.	8	5	8	8	8	5

Dans les voies 2 et 4, les deux modèles indiquent que l'Alberta et la Saskatchewan auraient les émissions les plus élevées par personne, soit 52 et 40 tonnes dans le SCMI et 49 tonnes et 31 tonnes dans le MAM. Ces montants sont beaucoup plus élevés que ceux de toutes les autres provinces qui ont tendance à être dans la fourchette de 10 à 20 tonnes par personne à cause de leur population relativement plus petite et des émissions relativement plus élevées des secteurs en amont et de l'électricité. L'Alberta et la Saskatchewan montrent des augmentations des émissions par personne dans la voie 3 pour le MAM, alors que la plupart des autres provinces montrent une baisse. Cela est attribuable à une moins grande capture et entreposage du CO_2 dans ce cas-ci. Les résultats du SCMI montrent moins de variation dans l'ensemble des voies que le MAM, l'augmentation de la voie 3 n'est pas apparente dans le SCMI étant donné que la capture de CO_2 est retenue dans ce modèle (tableau 4.13).

Tableau 4.13
Émissions par habitant
(tonnes par personne)
Le Canada agit seul

		Voie 2		Voie 3		Voie 4	
	MSQ	SCMI	MAM	SCMI	MAM	SCMI	MAM
T.-N.	22	14	15	14	14	14	14
Î.-P.-É	15	12	12	13	13	12	12
N.-É.	21	13	18	14	20	13	18
N.-B.	27	16	15	17	17	16	15
Québec	12	10	10	9	9	9	10
Ontario	16	13	12	12	11	12	12
Manitoba	20	15	16	15	15	15	16
Sask.	57	40	31	40	39	40	31
Alberta	70	52	49	51	52	52	50
C.-B.	16	13	13	13	12	13	13

Le coût identifié pour chaque province ne devrait pas être considéré comme un coût, ou dans certains cas comme un revenu, pour les compétences provinciales. Il reflète simplement les investissements privés et gouvernementaux ainsi que les économies intervenant dans chacune des provinces.

La VA_{10} des coûts nets varie énormément entre les provinces (tableau 4.14). Dans le SCMI, les changements de coût d'une voie à l'autre sont peu importants puisque la plupart des mesures sont retenues étant donné que le coût marginal de réductions des émissions est plus élevé que celui de la plupart des mesures. Cela explique aussi les résultats de la voie 3, qui ne sont pas, de façon constante, plus élevés dans toutes les provinces. L'Ontario, le Manitoba et la Saskatchewan montrent de plus petits coûts dans la voie 3 alors que la C.-B., l'Alberta et le Québec montrent des coûts plus élevé.

Tableau 4.14
Ventilation provinciale des coûts
Le Canada agit seul
(VAN_{10} milliards de $)

	Voie 2		Voie 3		Voie 4	
	SCMI	MAM	SCMI	MAM	SCMI	MAM
T.-N.	0.8	-3.7	0.8	-3.3	0.8	-3.4
Î.-P.-É.	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2
N.-É.	1.1	0.8	1.2	0.8	1.1	1.0
N.-B.	0.9	-0.3	1.0	0.0	0.9	0.0
Québec	8.7	-0.2	11.0	10.4	8.7	1.2
Ontario	18.0	8.9	16.1	18.7	18.0	11.8
Manitoba	1.9	-0.7	1.4	-0.1	1.9	-0.7
Sask.	3.0	1.4	2.7	1.3	3.0	1.7
Alberta	6.3	6.3	7.6	2.4	6.4	5.2
C.-B.	3.5	1.0	4.4	5.8	3.5	2.8

Excluant les coûts de bien-être

Dans le MAM, l'Ontario et l'Alberta montrent les coûts les plus élevés dans toutes les voies, sauf la voie 3. Cette voie montre un déclin en Alberta parce qu'il y a moins de capture et d'entreposage du CO_2. Le coût plus élevé de la voie 3 se remarque plus particulièrement au Québec à cause des mesures imposées, surtout dans les transports. Terre-Neuve, et à un degré moindre, le Nouveau-Brunswick, montrent des « coûts négatifs » dans les cas du MAM à cause de l'exportation de l'électricité. La Nouvelle-Écosse et l'Î.-P.-É. ont des coûts relativement constants dans toutes les voies dans les deux modèles.

4.3. Contexte des résultats des scénarios internationaux

Dans les scénarios internationaux, les changements suivants dans les hypothèses ont été effectués au scénario *Le Canada agit seul* :

Production fixe - Cette hypothèse est allégée pour la production de pétrole, de gaz et d'électricité. Si la demande de carburants fossiles change, on permet alors à la production de changer.

Exportations d'énergie - L'augmentation en pourcentage des prix de l'énergie et des niveaux d'exportation du pétrole et du gaz naturel ont été tirés de l'étude de l'EIA (section 3.3). La production totale de pétrole et de gaz naturel représente alors la somme des exportations et de la demande nationale.

Après 2012 - Les deux modèles montrent l'acquisition d'un nombre suffisant de permis de telle manière que l'atteinte de l'objectif de Kyoto est maintenue.

Les cas seront distingués en se servant de CA pour *Le Canada agit seul*, KS pour *Kyoto serré* et KL pour *Kyoto lâche*. Dans le scénario CA, toutes les réductions sont atteintes au pays. Avec l'introduction des échanges d'émissions internationaux, ce ne sont pas toutes les réductions qui doivent être atteintes au pays, la quantité moindre de réduction nationale étant compensée par l'achat de permis internationaux. Cependant, dans tous les cas l'objectif de Kyoto est atteint.

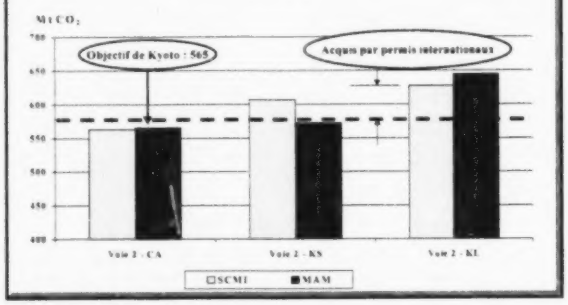
4.4. Résultats - Voie 2, *Kyoto serré (KS)* et *Kyoto lâche (KL)*

Résultats nationaux

Émissions de GES

Dans la voie 2KS, le coût des permis (58 $ la tonne de CO_2) provoque l'augmentation des émissions nationales alors que moins de réductions sont atteintes par les mesures. L'augmentation des émissions est de 30 Mt et de 7 Mt pour le SCMI et le MAM respectivement, relatif au CA (tableau 4.15). Dans le SCMI, environ 85 p. 100 des réductions sont maintenant atteintes au pays, à comparer à plus de 95 p. 100 dans le MAM. Le KS dans le MAM est semblable au CA parce que le prix international des permis est presque le même que le coût marginal des réductions dans le CA. En ce qui concerne le SCMI, un plus grande nombre de permis sont achetés parce que le prix du permis est considérablement moins élevé que le coût marginal dans le CA. Malgré cela, des mesures sont quand même utilisées pour réduire les GES, bien que la pénétration des mesures est inférieure que dans le CA.

Tableau 4.15
Émissions nationales de GES - 2010
Scénarios de la voie 2



Coûts

Dans la voie 2KL, les émissions nationales augmentent de 50 Mt dans le SCMI et de 80 Mt dans le MAM à comparer aux résultats de la voie 2CA. La part de la réduction nationale des émissions dans le SCMI devient environ 70 p. 100 et dans le MAM, de 55 p. 100. C'est le résultat de l'hypothèse du coût moins élevé des permis de 24 $ la tonne de CO_2, ce qui est beaucoup moins que les coûts marginaux prévus par les deux modèles.

Les deux modèles indiquent que les coûts nets pour les deux scénarios internationaux sont inférieurs au CA. Les coûts nets du MAM indiquent qu'il y a un plus grand surplus dans le KS que dans le KL (tableau 4.16). De plus grandes variations de coûts sont constatées dans le SCMI à cause du coût marginal beaucoup plus élevé des réductions que dans le MAM (120 $ à comparer à 57 $ la tonne de CO_2) dans le scénario *Le Canada agit seul*. Le coût total de permis dans les deux modèles est environ le même pour les deux scénarios. Ce résultat apparemment anormal est attribuable au fait que les permis achetés jusqu'en 2020 et les chiffres indiqués sont les VA_{10} de ces achats à comparer à l'année unique (2010) des réductions des émissions.

Tableau 4.16
Investissements et coûts nets
Scénarios de la voie 2
(VAN_{10} milliards de $)

	Voie 2 CA	Voie 2 KS	Voie 2 KL
Investissements			
SCMI	105	63	46
MAM	22	24	17
Achats de permit			
SCMI		7	5
MAM		6	9
Coûts nets			
SCMI	44	12	-7
MAM	14	-27	-18

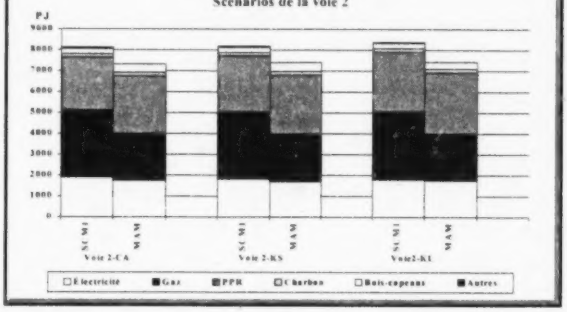
Excluant les coûts de bien-être

Les coûts nets du MAM indiquent qu'il y aurait un surplus dans le KL et le KS même après l'achat des permis. Le surplus est créé en ne mettant pas en oeuvre les mesures à coût plus élevé, les exportations d'électricité à prix plus élevé et les économies de carburant dans le secteur des transports.

Consommation d'énergie

En 2010, la consommation d'énergie d'utilisation finale totale est prévue être un peu plus élevée que les résultats du CA dans le KS et le KL (tableau 4.17). Cela est attribuable aux mesures à coût plus élevé, notamment dans les transports, qui sont exclus.

Tableau 4.17
Consommation d'énergie sectorielle finale - 2010
Scénarios de la voie 2



Résultats sectoriels

Dans la voie 2KS, les résultats du SCMI suivent le scénario du CA seulement dans le secteur résidentiel-commercial parce qu'il y a des mesures à faible coût disponibles dans ce secteur (tableau 4.18). Les secteurs de l'électricité et des transports ont une portion plus petite des réductions des émissions à comparer au CA parce que le coût marginal des réductions dans ces secteurs est plus élevé que le prix des permis internationaux. Les permis fournissent environ 16 p. 100 des réductions.

L'analyse du MAM pour le KS est très semblable aux résultats du CA. Cela est prévu puisque le coût marginal des réductions est semblable dans les deux cas.

Dans le SCMI, la voie 2KL a les mêmes tendances que dans le cas du KS, mais avec des portions plus petites de réductions dans les secteurs de l'électricité et des transports. Dans le SCMI, les réductions de GES attribuables à l'échange de permis sont de 27 p. 100 du total des réductions. Dans ce cas, les résultats du MAM sont très différents de ceux du CA, mais ils ressemblent à la tendance des résultats du SCMI. Les résultats du MAM montrent des portions encore plus basses des réductions dans les secteurs de l'électricité, des transports et en amont que le CA ou la voie 2KS dans le SCMI. L'évaluation du MAM de la voie 2KL indique que l'échange de permis représente presque la moitié des réductions. Ce résultat est prévu étant donné le bas coût des permis internationaux.

Tableau 4.18
Ventilation sectorielle des réductions de GES - 2010
Scénarios de la voie 2
(pourcentage de l'écart)

	Voie 2 CA		Voie 2 KS		Voie 2KL	
	SCMI	MAM	SCMI	MAM	SCMI	MAM
Électricité	43	57	32	55	27	23
Amont & raffinage	10	12	15	13	4	11
Industrie	7	3	4	4	3	3
Résidentiel	5	3	4	4	3	3
Commercial	6	4	5	6	5	5
Transports	24	9	16	9	15	7
Agriculture autres	6	5	6	5	6	5
Permis internationaux	0	0	16	4	27	43

Résultats régionaux

Dans le KS, le SCMI prévoit que l'Alberta augmenterait sa portion des réductions des émissions qui passerait de 34 à 41 p. 100 par rapport au CA (le tableau 4.19 n'inclut pas l'apport du commerce international de permis). Les provinces de l'Ontario et de l'Atlantique montrent les plus grandes diminutions de leur portion des réductions des émissions. Cependant, la classification globale des provinces ne change pas. Dans le MAM, les portions provinciales sont très semblables au CA.

Tableau 4.19
Ventilation régionale des réductions - 2010
Scénarios de la voie 2
(pourcentage de l'écart)

	Voie 2 CA		Voie 2 KS		Voie 2KL	
	SCMI	MAM	SCMI	MAM	SCMI	MAM
Atlantique	9	9	6	8	5	7
Québec	10	6	9	6	9	6
Ontario	25	30	21	30	21	43
Manitoba	3	3	3	3	3	4
Sask.	10	11	12	12	12	7
Alberta	34	35	41	37	42	27
C.-B.	8	5	7	4	8	6

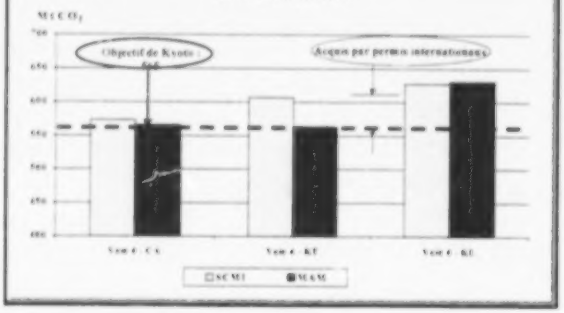
Les résultats du KL pour le SCMI sont virtuellement identiques à ceux du KS. Une importante différence est montré dans les résultats du MAM pour le KL. L'Alberta réduit sa portion par rapport au CA, passant de 35 à 27 p. 100, et l'Ontario augmente sa portion de 30 à 43 p. 100. Cela change la classification relative de l'Ontario et de l'Alberta, et les autres provinces demeurent à peu près au même niveau. L'Ontario montre maintenant le niveau le plus élevé de réductions parce que les secteurs de l'électricité et en amont en Alberta atteignent leurs réductions par l'acquisition de permis, alors que certaines mesures sont toujours utilisées en Ontario.

4.5. Résultats - Voie 4 de *Kyoto serré* et de *Kyoto lâche*

Résultats nationaux

Émissions de GES

Tableau 4.20
Émissions nationales de GES - 2010
Scénarios de la voie 4



Dans la voie 4KS, l'augmentation des émissions est de 40 Mt et de Zéro pour le SCMI et le MAM respectivement par rapport au CA (tableau 4.20). Cela est attribuable au coût des permis (58 $ la tonne de CO_2). Le KS dans le MAM est semblable au CA parce que le prix international des permis est presque le même que le coût marginal de la réduction dans le CA. Pour le SCMI, un plus grand nombre de permis sont achetés parce que le coût marginal est inférieur à celui du CA. Malgré cela, les mesures sont toujours utilisées pour réduire les GES, bien que la pénétration des mesures est inférieure à celle dans le CA.

Coûts

Dans la voie 4KL, les émissions nationales augmentent d'environ 60 Mt pour les deux modèles. C'est le résultat de l'hypothèse du coût moins élevé des permis de 24 $ la tonne de CO_2, ce qui est beaucoup moins que les coûts marginaux prévus par les deux modèles.

Tableau 4.21
Investissements et coûts nets
Scénarios de la voie 4
(VAN_{05} milliards $)

	Voie 4 CA	Voie 4 KS	Voie 4 KL
Investissements			
SCMI	106	63	46
MAM	29	30	23
Achats de permit			
SCMI		7	5
MAM		3	8
Coûts nets			
SCMI	45	13	-4
MAM	20	-8	2

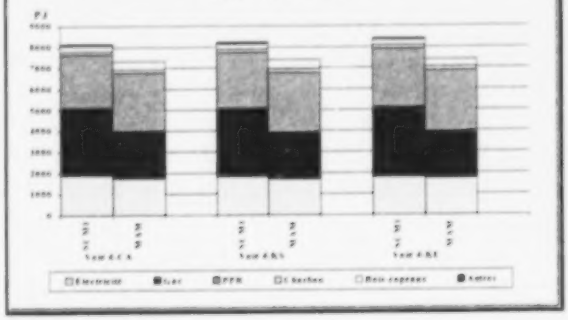
Excluant les coûts de bien-être

Les deux modèles indiquent que les coûts nets pour les deux scénarios internationaux sont inférieurs au CA. Les coûts nets du MAM indiquent qu'il y aurait un surplus dans le KS, mais non dans le KL, et le SCMI indique des résultats presque identiques dans les deux scénarios internationaux de la voie 4 que ceux de la voie 2, avec un petit coût dans le KS et un petit surplus dans le KL (tableau 4.21). Dans le MAM, le coût total des permis est inférieur à celui du KS dans le SCMI, mais plus élevé que le KL. Cela peut être attribué à la vente d'un moins grand nombre de permis dans le cas du KS du MAM.

Consommation d'énergie

En 2010, la consommation totale d'énergie d'utilisation finale est prévue atteindre un total un peu plus élevé que les résultats du CA dans le KS et le KL (tableau 4.22). Cela est attribuable aux mesures à coût plus élevé, notamment dans les transports, qui sont exclus.

Tableau 4.22
Consommation d'énergie sectorielle finale - 2010
Scénarios de la voie 4



Résultats sectoriels

Les résultats du SCMI et du MAM dans la voie 4 sont presque identiques à ceux de la voie 2 (tableau 4.23).

Tableau 4.23
Ventilation sectorielle des réductions de GES - 2010
Scénarios de la voie 4
(pourcentage de l'écart)

	Voie 4 CA		Voie 4 KT		Voie 4KL	
	SCMI	MAM	SCMI	MAM	SCMI	MAM
Électricité	43	55	32	86	26	24
Amont & raffinage	10	14	15	15	14	15
Industrie	7	5	4	4	3	3
Résidentiel	5	5	4	4	3	4
Commercial	6	6	5	6	5	5
Transport	24	10	18	9	15	8
Agriculture/ autres	6	6	6	6	6	6
Permis internationaux	0	0	16	0	28	36

Une différence significative par rapport à la voie 2KL est constatée dans les résultats du MAM. Les achats de permis dans la voie 4KL baissent à 36 p. 100 des réductions de GES à comparer à 43 p. 100 dans la voie 2KL. Cela fait en sorte que les secteurs de l'électricité, en amont et des transports accroissent leurs contributions. Les augmentations en amont d'environ 4 p. 100 sont attribuables à l'hypothèse concernant le méthane et le CO_2 provenant du traitement du pétrole et du gaz.

Résultats régionaux

Dans la voie 4, les résultats régionaux sont les mêmes que ceux des modèles respectifs de la voie 2 (tableau 4.24).

Tableau 4.24
Ventilation régionale des réductions - 2010
Scénarios de la voie 4
(pourcentage de l'écart)

	Voie 4 CA		Voie 4 KS		Voie 4 KL	
	SCMI	MAM	SCMI	MAM	SCMI	MAM
Atlantique	9	9	6	8	5	7
Québec	11	6	9	5	8	5
Ontario	25	30	21	30	21	42
Manitoba	3	3	3	3	3	4
Sask.	10	11	12	13	12	9
Alberta	34	35	41	37	42	27
C.-B.	8	5	7	5	8	7

4.6 Analyses de sensibilité

Afin de mieux comprendre les résultats et de traiter des préoccupations soulevées par les Tables de concertation et par les autres intervenants au sujet de l'analyse, le GAM a effectué des « analyses de sensibilité » pour examiner l'ampleur potentielle et l'impact de l'utilisation de différentes hypothèses dans l'analyse intégrée. Les résultats de ces analyses de sensibilité soulignent les conséquences des hypothèses qui ont un grand impact sur les résultats. Ils cernent aussi les sources des différences entre les résultats du MAM et du SCMI.

Les analyses de sensibilité ont été entreprises par HALOA Inc. à l'aide du MAM et les résultats sont comparés à la voie 2CA. Ces quatre séries de résultats, décrits ci-dessous, donnent une indication de la sensibilité de l'analyse globale aux changements dans des hypothèses précises.

Sensibilité n° 1 : Puits de carbone

L'hypothèse que 16 Mt pourrait être séquestrées dans les puits des sols agricoles et dans la foresterie reflète un résultat optimiste pour le Canada dans les négociations internationales visant à finaliser le Protocole de Kyoto. Cette *sensibilité* a été entreprise en deux sections en utilisant :

- la quantité qui peut être séquestrée est zéro; donc, 16 Mt de réductions d'émissions devraient être retrouvées ailleurs, la *sensibilité +16 Mt*;

- le sol agricole et les forêts deviennent une source nette d'émissions de 21 Mt, l'estimation du pire cas du résultat des négociations effectuées par la Table de la foresterie; dans ce cas, 37 Mt de réductions des émissions devraient être retrouvées ailleurs, la *sensibilité +37 Mt*.

Les résultats indiquent que le coût marginal des réductions augmente de 57 $ la tonne de CO_2 dans la voie 2CA à 71 $ et à 99 $ la tonne pour *+16 Mt* et *+37 Mt* respectivement. Les coûts nets totaux augmentent de près de 4 milliards $ pour *+16 Mt* et de 10 milliards $ pour *+37 Mt*, soit 28 et 70 p. 100 respectivement.

Dans les deux sensibilités, trois secteurs, soit l'électricité, les transports et le secteur résidentiel, fournissent la plupart des réductions additionnelles de GES. Dans le cas de *+16 Mt*, ces secteurs fournissent plus de 90 p. 100 et dans *+37 Mt* ils fournissent près de 85 p. 100 des réductions additionnelles.

Dans le secteur de l'électricité, bien que plus d'énergie soit consommée, la réduction est atteinte par l'utilisation de centrales au charbon plus éconergétiques, entre 5 et 13 Mt de CO_2 étant capturé et injecté dans des aquifères. De plus, une quantité additionnelle d'énergie hydraulique et éolienne devient fonctionnelle, ce qui accroît le commerce interprovincial. Les émissions du secteur de l'électricité sont réduites de 14 Mt et 9 Mt respectivement, la plus grande partie de l'impact se faisant sentir en C.-B., en Alberta et en Saskatchewan, bien que toutes les provinces soient touchées jusqu'à un certain point.

Le secteur des transports atteint certaines de ces réductions en remplaçant le carburant conventionnel par des carburants provenant de l'alcool, mais la plus grande portion est attribuable au moins grand nombre de véhicules kilomètres parcourus (VKP) et est assez uniforme partout au pays. La réduction totale de ce secteur est de 5 et 11 Mt pour les deux analyses de sensibilités.

Dans le secteur résidentiel en 2010, des systèmes de chauffage plus efficaces sont adoptés et il y a un remplacement considérable des combustibles par le bois, 30 PJ (petajoules) dans le *+16 Mt* et 140 PJ dans le *+37 Mt*. Le bois, à l'aide de technologies de combustion perfectionnées, qui éliminent le CH_4, associé, occupe environ 15 p. 100 des besoins de combustible résidentiel dans *+16 Mt* et approche les 25 p. 100 dans *+37 Mt*.

La révision des hypothèses entourant les puits produit des coûts très élevés et même certains résultats inusités tels qu'une plus grande production d'électricité à l'aide de la combustion de charbon.

Sensibilité n° 2 : Prix du gaz naturel

Une augmentation de 50 p. 100 du prix du gaz naturel par rapport au cas de référence a été analysée comme cas de sensibilité à l'aide du MAM pour la voie 2CA. On a maintenu la capture et l'entreposage du CO_2 au niveau de la voie 2CA (43 MT). L'augmentation de 50 p. 100 du prix du gaz naturel produit une réduction de 17 p. 100 de la consommation du gaz naturel au Canada par rapport au cas de la voie 2CA. La baisse de la consommation du gaz naturel mène à une plus grande consommation de pétrole dans le secteur industriel ainsi que dans le secteur résidentiel et fait en sorte que ces secteurs effectuent moins de réductions de leurs émissions. Afin d'atteindre l'objectif de Kyoto, de plus grandes réductions des émissions ont lieu dans les secteurs de l'électricité et des transports. Les émissions sont réduites dans le secteur de l'électricité malgré une légère augmentation de l'électricité consommant beaucoup de carbone provenant du charbon et d'une grande réduction de l'électricité produite au gaz naturel. Des réductions additionnelles des

émissions dans le secteur de l'électricité sont atteintes par des augmentations presque équivalentes de la quantité d'électricité produite par les centrales hydroélectriques et éoliennes. La production éolienne augmente de plus de 60 p. 100 par rapport à la voie 2CA originale. Les prix plus élevés du gaz naturel et d'autres ajustements à la production d'électricité provoquent des augmentations des prix d'électricité partout au pays.

Sensibilité n° 3 : Capture et entreposage du CO_2

Dans la voie 2, il n'y a aucune limite technologique à la quantité de CO_2 qui pourrait être injectée dans des aquifères profonds de l'ouest du Canada. Puisque cela est une grande source de réduction des émissions, la solidité de l'hypothèse, dans le MAM, a été testée de trois manières :

- Le volume total injecté a été restreint à la moitié de la quantité prévue dans la voie 2, c'est-à-dire baissé de 43 Mt à 21 Mt, jusqu'en 2012, et par la suite il n'y avait aucune limite. Dans ce cas, 21 Mt de réduction de GES doivent être trouvées dans d'autres sources jusqu'en 2012 - *la sensibilité 21 Mt.*

- La limite est maintenue après 2012, c'est-à-dire l'injection totale ne peut pas dépasser 21 Mt. Dans ce cas, 21 Mt de réduction de GES doivent être trouvées dans d'autres sources pour l'ensemble de la prévision - *la sensibilité 21 Mt Ltée.*

- Il n'y a aucun potentiel de capturer et de contenir le CO_2. Dans ce cas, 43 Mt de réduction de GES doivent être trouvées dans d'autres sources pour l'ensemble de la prévision - la *sensibilité Zéro.*

Les coûts pour les trois analyses de sensibilités sont présentés, mais seul le cas *21 Mt* est décrit en ce qui concerne les réductions de GES.

Dans ces analyses de sensibilité, le coût marginal des réductions augmente de 57 $ la tonne de CO_2 dans la voie 2 à environ 63 $ la tonne dans *sensibilité 21 Mt* et dans *21 Mt Ltée*. La *sensibilité Zéro* indique un coût de 68 $ la tonne en 2010. Il faut remarquer que le coût marginal augmente considérablement après 2010 dans toutes les sensibilités, notamment dans *Zéro*, qui atteint plus de 170 $ la tonne d'ici 2020. La VA_{10} des coûts nets augmente graduellement dans *21 Mt*, de 160 millions $ (1 p. 100 comparé à la voie 2). Dans *21 Mt Ltée*, le coût net est plus élevé, presque 600 millions $ (4 p. 100) et dans *Zéro* il est de 1,5 milliard $ plus élevé que dans la voie 2 (10 p. 100).

Dans la *sensibilité 21 Mt*, le secteur de l'électricité accroît ses émissions de presque 5 Mt, compensé par 4 Mt dans le secteur des transports par le remplacement de carburants par des carburants à base d'alcool. Les autres secteurs fournissent le reste, en général par le remplacement de carburants par l'hydroélectricité, le gaz naturel et l'éolien.

Puisque le secteur de l'électricité a augmenté de 5 Mt par rapport à la voie 2, une réduction de 16 Mt (21 moins 5 Mt) a été atteinte dans ce secteur en remplaçant les carburants habituels par des carburants produisant moins de GES. Comparé à la voie 2, les principales différences sont les suivantes :

- une augmentation d'environ 4 p. 100 de l'utilisation de l'hydroélectricité en C.-B. et au Manitoba, ;
- une augmentation de l'éolien (45 p. 100) et de la production d'électricité à partir du gaz naturel (65 p. 100) en Alberta et en Saskatchewan;
- moins de production d'électricité à partir du charbon (50 p. 100) en Alberta et en Saskatchewan;
- un commerce interprovincial accru entre la C.-B. et l'Alberta et entre le Manitoba et la Saskatchewan.

Les exportations de gaz naturel baissent légèrement et les exportations de pétrole brut augmentent légèrement. Les provinces à l'est du Manitoba ne sont pas touchées par cette analyse.

Sensibilité n° 4 : Commerce interprovincial de l'électricité

Dans le MAM, l'électricité est librement échangée entre les provinces, alors que le SCMI a adopté le point de vue que le déréglementation ne se ferait pas assez rapidement et que les flux interprovinciaux demeureraient aux niveaux existants auxquels s'ajouterait toute interconnexion annoncée. Afin de tester l'impact de ces différents points de vue, le commerce de l'électricité dans le MAM a été contraint pour être semblable à celui contenu dans le SCMI.

Dans cette contrainte, le coût marginal de la réduction des émissions augmente très légèrement, moins de 1 $ tonne de CO_2. Cependant, le VA_{10} des coûts nets augmente de plus 1 milliard $ (7 p. 100).

Les émissions du secteur de l'électricité augmentent d'un peu plus que 3 Mt, alors que la production hydroélectrique baisse, ce qui est compensé par de petites diminutions dans tous les autres secteurs, surtout par le remplacement des carburants. Un 2 Mt additionnel est injecté dans les aquifères profonds. En 2010, le commerce interprovincial est réduit de 18 TWh relatifs au cas non contraint. Cela représente environ 40 p. 100 des « importations » vers l'Ontario, l'Alberta et la Saskatchewan.

Les principaux changements, par rapport à la voie 2, à la production d'électricité sont les suivants :

- la production totale augmente 11 TWh (2 p. 100);
- moins d'hydroélectricité est produite au Québec (6 TWh) et au Manitoba (4 TWh);
- plus d'hydroélectricité est produite en C.-B. (1,5 TWh).
- la production par la combustion du gaz accroît en Ontario de 21 TWh, soit 14 p. 100 de la consommation provinciale totale; cela compense toutes les baisses des importations;
- les exportations du Québec vers l'Ontario baissent de 13 TWh;
- les exportations du Manitoba vers l'Ontario ou la Saskatchewan baissent d'environ 5 TWh.

Chapitre 5
Résultats macroéconomiques

Le présent chapitre montre l'impact des mesures de réduction des GES sur l'économie dans son ensemble tel qu'estimé par le Modèle Informetrica (MI). Les résultats des modèles énergie-technologie sont la source des hypothèses sectorielles des changements à l'investissement réel afin d'appliquer de nouvelles technologies, qui déterminent par la suite des réductions et-ou des changements des carburants consommés dans l'économie. L'analyse macroéconomique estime aussi les paiements pour les permis pour les industries couvertes par les permis. Pour les industries « non couvertes », les flux d'investissement déterminent la valeur des subventions. Les résultats complets se trouvent dans le rapport intitulé *Impacts macroéconomiques des options de réduction des GES: Effets nationaux et provinciaux.*

Principales leçons

- Au plan national, on s'attend à ce que l'atteinte de l'objectif mène à des impacts économiques négatifs à long terme et soutenus. À long terme, la réduction du produit intérieur brut (PIB) par rapport au cas de référencre fluctue entre 0 et 3 p. 100 selon la combinaison de la voie et du scénario et de l'intrant microéconomique (SCMI ou MAM).

- Les impacts globaux sur le PIB varient dans le temps. Au début, l'activité économique s'accroît modestement en réaction à l'investissement accru dans les technologies de réduction des émissions. Par la suite, les coûts plus élevés de la production, l'affaiblissement de la compétitivité et les revenus plus faibles se combinent pour faire baisser le PIB sous le niveau du maintien du statu quo. La « période d'ajustement » pourrait être longue, s'échelonnant sur aussi longtemps que 15 ans.

- Selon la modélisation préliminaire de certaines caractéristiques de l'échange de permis d'émissions, cet instrument peut être considéré comme étant rentable pour les secteurs industriel et de l'électricité. Cependant, l'analyse effectuée jusqu'à maintenant souligne l'importance de la conception d'un tel instrument, notamment le mécanisme d'allocation des permis. Chaque méthode d'allocation comporte des effets distributifs différents sur l'économie.

- Au long terme, l'emploi total est réduit modérément, mais inégalement dans l'ensemble des secteurs. Le transport a tendance à montrer de grands gains, alors que les industries de l'énergie signalent des pertes.

- Les résultats indiquent le potentiel d'une certaine variabilité dans les impacts sur le PIB selon les industries entre les intrants du SCMI et du MAM.

- Les impacts sur le PIB des provinces s'approchent en général de 1,5 point de pourcentage de l'impact national moyen. La position relative de chaque province varie généralement selon le scénario. Dans le scénario *le Canada agit seul*, Terre-Neuve, l'Île-du-Prince-Édouard, le Québec et la Colombie-Britannique sont moins touchés par rapport à la moyenne nationale, alors que l'Ontario et la Saskatchewan subissent un plus grand impact négatif. L'impact sur l'Alberta se situe prêt de la moyenne nationale. Les résultats pour la Nouvelle-Écosse, le Nouveau-Brunswick et le Manitoba varient d'une étude à l'autre.

  Dans les scénarios internationaux, Terre-Neuve, l'Île-du-Prince-Édouard et la Colombie-Britannique demeurent dans la catégorie la « moins affectée » et le Manitoba se joint à elles. La Saskatchewan demeure dans la catégorie la « plus affectée », qui comprend maintenant l'Alberta et le Nouveau-Brunswick. Par contre, l'impact sur le PIB de l'Ontario est moins grand que dans le scénario *le Canada agit seul*, s'approchant de la moyenne nationale. La position du Québec est essentiellement stable dans tous les scénarios, bien qu'une étude indique que son PIB serait de façon uniforme plus élevé que dans le statu quo. En ce qui concerne la Nouvelle-Écosse, une étude indique des impacts plus lourds que la moyenne nationale alors qu'une autre montre le contraire.

- L'analyse appuie la suggestion que la compétitivité, mesurée par les changements de la productivité, connaîtra un effet adverse lors de l'atteinte de l'objectif de Kyoto. L'impact est un peu atténué si les partenaires commerciaux du Canada sont aussi engagés à l'atteinte de leurs objectifs et que le Canada a accès à des mécanismes de souplesse. Dans ce scénario, les partenaires commerciaux du Canada connaîtront aussi des réductions de leurs activités économiques, ayant des conséquences négatives sur le rendement des exportations canadiennes. Au plan national, l'impact net de ces deux forces est de réduire la perte d'environ 0,5 p. 100 du PIB.

5.1. Introduction

Une hypothèse importante de l'analyse faite avec les modèles énergie-technologie est que la production a été maintenue constante. Dans l'analyse macroéconomique, cette contrainte est allégée pour pouvoir incorporer les effets induits.

De nombreuses mesures proposées par les Tables de concertation comprennent des changements aux dépenses actuelles,[16] qui laissent entendre des changements dans la productivité. Pour les industries « non couvertes », les dépenses actuelles varient avec les changements aux taxes et aux subventions pour l'agriculture, la foresterie, les transports, les bâtiments et les municipalités. Dans ces cas là, les estimations des Tables de concertation ont été utilisées directement.

Les hypothèses économiques sous-jacentes aux *scénarios internationaux* de la voie 2 sont fournies dans une étude produite par l'Energy Information Administration (EIA).[17] Les résultats de l'EIA fournissent des estimations des impacts sur le PIB, sur les exportations et les importations d'énergie et sur les autres paramètres de l'atteinte de l'engagement de Kyoto par les É.-U. Les changements dans l'économie américaine affectent directement les exportations canadiennes et, par les importations, la formation des prix et des taux d'intérêt canadiens (voir la section 3.3).

Les résultats du MI montrent les effets régionaux et sectoriels sur les paramètres tels que le produit intérieur brut (PIB), l'inflation, le revenu net des particuliers (RNP) et certaines mesures de la compétitivité du Canada. En général, les résultats sont présentés en variations de pourcentage par rapport au cas de référence. Dans le cas du PIB, cela signifie que la taille de l'économie est de *x* p. 100 plus petite ou plus grande, dans une année donnée, que le cas de référence (voir la section *Comprendre les résultats* du chapitre 3).

Comme dans les modèles énergie-technologie, toutes les voies et tous les scénarios n'ont pas été modélisés (tableau 5.1). Les impacts macroéconomiques complets pour le MAM et le SCMI n'ont pas été entrepris. Cependant, les cas examinés fournissent une gamme raisonnable de résultats.

Tableau 5.1
Voies et scénarios
Analyse INFORMETRICA

	Canada seul	Kyoto serré	Kyoto lâche
Voie 0			
Voie 1			
Voie 2	X	X	X
Voie 3	X		
Voie 4	X		

5.2. Contexte des résultats

Il faut certaines hypothèses additionnelles pour entreprendre l'analyse macroéconomique :

---

16 Ces dépenses comprennent les améliorations opérationnelles et de l'entretien qui mènent à l'efficacité énergétique et à des gains de productivité. Elles peuvent aussi comprendre des réductions de la productivité alors que des ressources publiques et privées servent à provoquer des interventions.

17 Energy Information Administration, *Impacts of the Kyoto Protocol on US Energy Markets and Economic Activity*, octobre 1998.

Permis - Le GTPE a fourni plusieurs options d'allocation des permis. Le GAM a choisi l'allocation gratuite aux ménages comme étant l'option la plus pratique aux fins de la modélisation.[18] Les acheteurs de permis les obtiennent des ménages à un prix uniforme. Bien que cette hypothèse puisse ne pas représenter la méthode réelle d'allocation, elle fournit un aperçu de l'impact économique.

Subventions - Le gouvernement est responsable du coût entier des subventions associées à la mise en œuvre des mesures génériques, par l'entremise de subventions allouées précisément aux industries définies par le GTPE (voir le chapitre 2).

Politique fiscale et monétaire - On ne suppose pas qu'elle changera. Les taxes sont supposées demeurer constantes par rapport au MSQ, sauf pour la taxe additionnelle sur le carburant.

5.3. Résultats nationaux

Investissements directs

Les investissements requis pour mettre en œuvre les mesures affectent les autres dépenses, ce qui peut avoir des effets positifs ou négatifs. Jusqu'à quel point les dépenses actuelles, les transferts et les effets sur la productivité sont incorporés dans les voies dépend de l'étendue de l'inclusion des mesures des Tables de concertation.

Bien que des campagnes pour l'application de limites de vitesse, par exemple, nécessitent des dépenses additionnelles pour la main-d'œuvre et les achats afférents accrus de biens et de services, ces ressources sont normalement achetées par le gouvernement. Il faut remarquer que lorsque le gouvernement dépense pour des biens et des services, l'offre répondant aux dépenses est souvent produite par des entreprises (p. ex. des campagnes de publicité).

Comme effet direct sur les besoins des ressources dans notre économie, l'introduction de grands investissements additionnels laisse entendre une restructuration de la demande, menant à des réductions des opérations pour certaines industries et à des augmentations pour d'autres. Le transport urbain est très important à cet égard. Dans les voies où l'expansion du système de transport en commun a lieu, il faut reconnaître que cela laisse entendre une augmentation des utilisateurs des services du transport en commun aux dépens de la dépense pour le stationnement, les réparations et les autres dépenses non reliées au carburant afférentes au fonctionnement d'un véhicule.

---

18 Tout mécanisme d'allocation de permis est complexe. Dans l'analyse d'Informetrica, il n'a pas été possible de transférer tous les revenus de la vente de permis aux ménages. Ce transfert incomplet résulte en une sur-estimation de l'impact négatif sur le PIB et sur le revenu disponible après 2007.

Dans les résultats fondés sur le SCMI, la dépense gouvernementale actuelle est environ la même pour tous les scénarios de la voie 2 (tableau 5.2). La voie 3 produit un grand chiffre négatif attribuable aux revenus du gouvernement provenant d'une taxe accrue sur les carburants. La voie 4 ne montre presque aucune dépense gouvernementale parce que le système de permis remplace les dépenses gouvernementales pour l'éducation, l'application et les autres stimuli nécessaires à la réduction des GES. Les dépenses non durables des ménages sont cohérentes dans toutes les voies du CA. Elles baissent à

Tableau 5.2a
Effet direct sur les secteurs de revenu 2000 à 2020
SCMI
milliards de $1997

	Voie 2CA	Voie 2KL	Voie 2KS	Voie 3CA	Voie 4CA
Dépenses actuelles					
Dépenses gouv. moins taxes	18,7	16,2	16,2	-119,2	1,1
Dépenses des ménages	37,6	-22,6	4,3	35,7	37,6
Dépenses de fonc. des entreprises	-17,7	-20,3	-17,7	-19,1	-21,0
Investissement					
Gouvernement	21,7	63,3	69,9	34,5	22,0
Ménages	205,2	61,1	64,8	208,7	205,3
Entreprises	166,8	106,7	125,3	163,8	166,6
Total	**393,7**	**231,2**	**260,0**	**411,0**	**393,9**

Tableau 5.2b
Effet direct sur les secteurs de revenu 2000 à 2020
MAM
milliards de $1997

	Voie 2CA	Voie 2KL	Voie 2KS	Voie 3CA	Voie 4CA
Dépenses actuelles					
Dépenses gouv. moins taxes	-67,7	16,0	18,5	-210,7	7,5
Dépenses des ménages	-33,4	-117,8	-19,6	23,8	-33,4
Dépenses de fonc. des entreprises	6,7	7,6	7,6	-7,9	6,9
Investissement					
Gouvernement	4,3	4,3	4,2	26,7	4,0
Menages	71,9	-0,1	1,1	159,3	72,1
Entreprises	28,3	16,8	16,8	60,3	26,1
Total	**104,6**	**21,0**	**22,0**	**246,3**	**102,2**

presque nulle dans la voie 2KS et deviennent un revenu dans la voie 2 KL, ce qui est attribuable aux revenus provenant des permis pour les ménages. Les dépenses de fonctionnement des entreprises sont conformes dans toutes les voies.

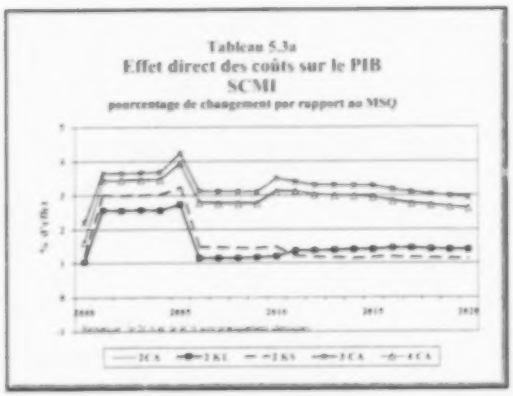
Les dépenses d'investissement gouvernementales sont les plus élevées dans la voie 2KL et KS. Les voies 2 et 4CA sont les plus basses et environ égales, la voie 3CA est un peu plus élevée à cause des mesures imposées dans cette voie. L'investissement des ménages est assez cohérent dans l'ensemble des cas du CA et beaucoup plus bas dans les scénarios internationaux. Les investissements des entreprises sont cohérents dans tous les cas du CA, mais plus bas dans les scénarios internationaux.

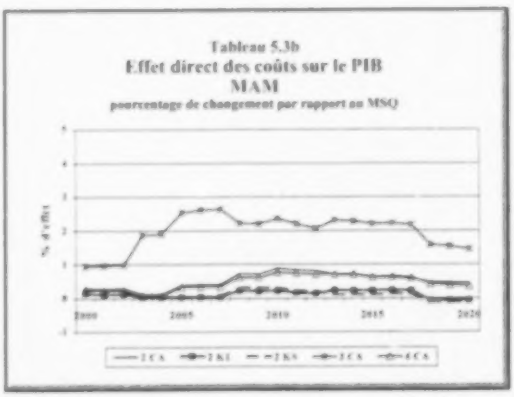
Les résultats fondés sur le MAM, pour les dépenses actuelles du gouvernement, montrent une tendance semblable à ceux du SCMI, sauf dans la voie 2CA. La seule similarité entre les deux modèles se trouve dans les dépenses actuelles des ménages de la voie 3CA, et à un degré moindre de la voie 2KL. Le SCMI indique généralement des chiffres négatifs pour les dépenses opérationnelles des entreprises, alors que les résultats fondés sur le MAM sont généralement positifs.

La dépense d'investissement totale montre des tendances semblables aux niveaux macro entre les modèles, mais comme on pouvait s'y attendre, les résultats fondés sur le MAM sont généralement beaucoup plus bas.

Investissement

Les investissements directs ont été agrégés pour tous les secteurs. Les dépenses additionnelles pour le nouveau capital, les opérations gouvernementales et les entreprises sont doublées proportionnellement (1 à 3 p. 100) dans les cas du CA fondés sur le SCMI à comparer aux scénarios internationaux, bien que cette différence s'étrécisse après 2005 (tableau 5.3).



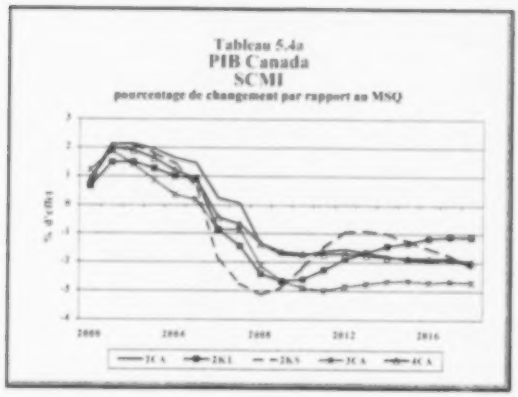


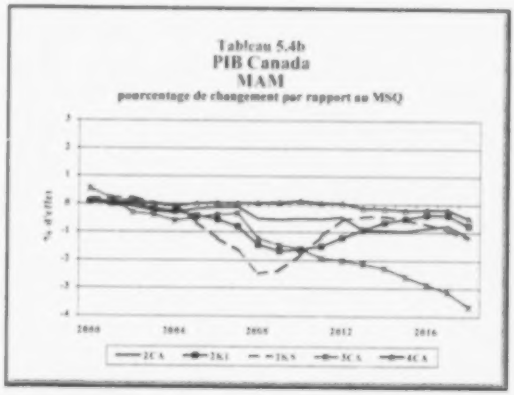
Toutes les voies montrent un impact positif substantiel sur le PIB (plus 2 à 4 p. 100) jusqu'en 2005. Cela est attribuable aux investissements requis pour les activités de réduction des GES. Tel que prévu, la voie 3CA montre l'impact plus élevé et les voies 2KL et 2KS sont les plus basses. Après 2005, il y a un déclin, mais ces investissements continuent à être positifs. L'écart entre la voie 3CA et les scénarios internationaux s'élargit.

Par contre, les résultats fondés sur le MAM ne montrent virtuellement aucun changement pour les voies 2KL et KS et une augmentation de moins de 1 p. 100 pour les voies 2 et 4CA. La voie 3CA montre une tendance semblable à celle des résultats fondés sur le SCMI, mais d'environ 1 point de pourcentage de moins.

Produit intérieur brut

On prévoit qu'il y aurait une augmentation de la demande de production canadienne au début de la mise en œuvre des politiques permettant l'atteinte de l'objectif de Kyoto. Cela est attribuable à la demande de production provenant des interventions qui serait plus grande que la réduction de demande des carburants ou des effets négatifs qui peuvent découler des coûts accrus unitaires de production (tableau 5.4). Il y aurait des effets négatifs durables aussi longtemps que les coûts réels en ressources d'une activité dépassent l'épargne attribuable à la réduction des carburants pour cette ressource.





À court terme, il semble y avoir peu de distinction entre les voies dans les résultats fondés sur le SCMI et on prévoit que l'économie s'accroîtra de 1 à 2 p. 100. Pour cette période, le point de vue que l'accès aux permis internationaux mène à moins de perturbations économiques n'est pas clair puisque les niveaux d'investissement sont semblables. Cependant, dans le long terme, on prévoit que le PIB devrait être inférieur de 1 à 3 p. 100 que le cas de référence avec les scénarios KL et KS ayant une tendance vers l'extrémité positive de la fourchette, indiquant que les actions internationales sont plus bénéfiques que les actions nationales par elles-mêmes.

Dans les résultats fondés sur le MAM, l'augmentation du PIB les premières années est moins visible, surtout parce que les investissements sont beaucoup plus bas que dans le SCMI. Cependant, les effets à long terme sont semblables, mais quelque peu atténués à comparer à ceux du SCMI, sauf dans la voie 3CA où la baisse du PIB est plus grande.

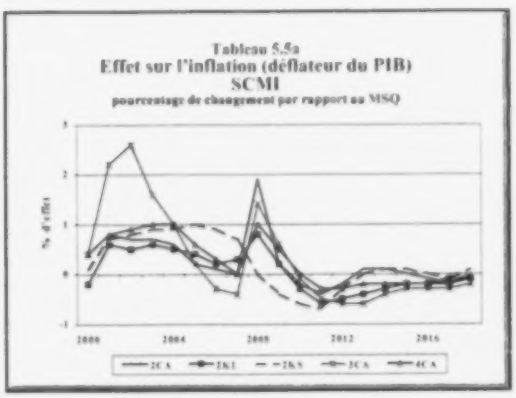
Inflation

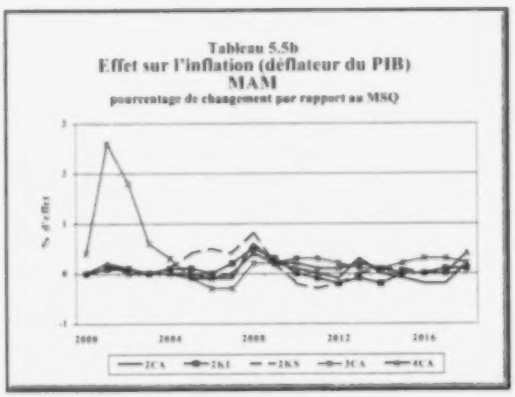
Le tableau 5.5 montre les changements à l'inflation à comparer au MSQ pour chacune des voies analysées.

Les deux modèles indiquent une crête de l'inflation (de 2 à 3 p. 100 de plus que le MSQ) en 2003 pour la voie 3CA, qui est le résultat de la taxe sur les carburants. Les crêtes dans les deux modèles et toutes les voies en 2008 sont attribuables à l'introduction de l'échange de permis, bien que la crête du MAM soit moins accusée, étant donné les prix des permis moins élevés dans les voies 2 et 4CA. Ces crêtes inflationnistes sont probablement attribuables à la méthode d'allocation utilisée dans la modélisation. Les permis ont été alloués *gratuitement* aux ménages ce qui, à son tour, permet leur vente aux émetteurs de GES. D'autres méthodes d'allocation pourraient produire des résultats différents. Il est important de cerner ce genre de risque de « crête » lorsqu'on conçoit un système d'allocation.

Le principal résultat est que, quelle que soit l'option, ou si le Canada agit seul ou avec d'autres pays, il y a un risque appréciable que les augmentations de prix seront accélérées. Les comparaisons avec les années « chocs » de l'OPEP sont inexactes parce que, dans ce cas là, le prix d'approvisionnement des carburants avait été augmenté, alors que dans ces cas-ci, il est inchangé, ou, dans les scénarios, il est réduit (du moins pour le pétrole). Au cours de la période après le choc de l'OPEP (1974), il a été suggéré que le dommage permanent peut avoir été induit par la politique monétaire dans laquelle les taux d'intérêt sont montés en flèche. Dans la présente analyse, une règle de taux d'intérêt réel a été maintenue pour que les taux d'intérêt nominaux augmentent modérément au cours de la prochaine décennie et de façon marquée lorsqu'il y a des crêtes.

On prévoit une modeste intervention précoce en matière de politique monétaire. Si une grande intervention est concentrée dans les années après 2010, l'inflation sectorielle contrainte par l'approvisionnement est un grand risque, mais elle n'est pas incluse dans les présents résultats.





Revenu net des particuliers

Les résultats fondés sur le SCMI indiquent qu'il y a peu qui distingue les voies dans leurs effets sur le revenu moyen des ménages pendant la plus grande partie de cette décennie (tableau 5.6). Le MSQ indiquait une importante croissance du revenu disponible entre maintenant et la fin de la décennie. À plus long terme, les scénarios internationaux semblent avoir le moins d'effets négatifs, mais ils sont tout de même négatifs.

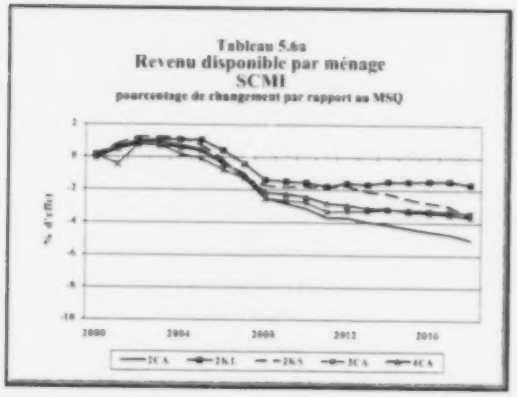
Il n'y a pas beaucoup de différence entre un scénario national par rapport à un autre, bien qu'il faut savoir que la taxe additionnelle sur les carburants, comme dans la voie 3CA, aurait des effets négatifs transitoires sur le revenu réel.

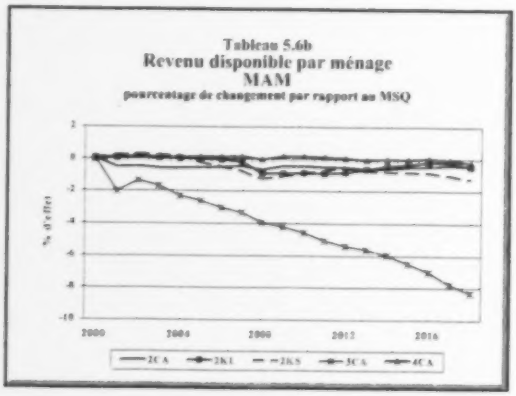
L'analyse du SCMI indique que, pour les voies 2CA et 4CA, la dépense totale, la réduction des carburants et les niveaux de paiement des permis sont environ les mêmes.

Ils sont distingués seulement par une emprise fiscale plus restreinte dans la voie 4CA et les effets des prix relatifs d'un système généralisé d'échanges à comparer aux autres systèmes d'échanges. Dans les résultats du MI, le revenu net par ménage est environ le même. La différence est dans le nombre de ménages selon l'un ou l'autre des deux scénarios. Le maintien de la formation des ménages aux niveaux du cas de référence aurait évité un certain éclairage sur les effets du revenu net.

Les effets de la répartition du revenu peuvent varier énormément d'une option à l'autre, mais il n'y a aucun signal distinctif dans l'analyse fondée sur le SCMI.

Des tendances semblables sont évidentes dans les résultats fondés sur le MAM, sauf pour la voie 3CA, qui indique une érosion continue et relativement importante du revenu net des particuliers à comparer aux autres voies.





L'emploi

Dans la voie 2CA, l'emploi augmente modestement globalement (d'environ 1 p. 100 au cours de la période de 2000 à 2012) dans l'analyse du SCMI. À long terme, l'emploi est réduit dans toutes les voies. Cependant, il y a certaines grandes différences sectorielles. L'augmentation est dominée par les services des transports (20 p. 100), suivie par la construction (6 p. 100). Cela est attribuable aux grands investissements et coûts opérationnels prévus dans les systèmes de transport en commun. Les biens et les services de consommation montrent aussi une augmentation de 0,7 p. 100. Les industries des ressources naturelles montrent un déclin de 1,5 p. 100. La voie 4CA montre des tendances semblables. Ces résultats ne sont pas reflétés dans l'analyse du MAM, bien qu'elle montre des tendances globales semblables, aucun secteur ne connaissant de grands gains ou de pertes importantes.

Dans la voie 2KL, les deux modèles indiquent que le déclin total de l'emploi est minimum (0,4 p. 100), aucun secteur ne montrant de grands gains, puisque les systèmes

de transport en commun urbains ne sont pas construits. Les industries fondées sur les ressources naturelles montrent un déclin semblable à celui constaté dans la voie 2CA.

Dans la voie 2KS, l'emploi total dans les résultats fondés sur le SCMI augmente très légèrement (0,1 p. 100), de grands gains étant constatés dans les services de transport (10 p. 100) et en construction (3,5 p. 100). Comme dans les deux autres cas, les industries des ressources naturelles affichent un déclin (1,7 p. 100). Le MAM montre un déclin modeste dans l'emploi au début de la prévision et une modeste augmentation à la fin de celle-ci, aucun secteur n'affichant des gains ou pertes considérables.

Dans la voie 3CA fondée sur le SCMI, l'emploi baisse très légèrement (0,1 p. 100) au cours de la période de 2000 à 2012. Il y a cependant de grandes différences sectorielles. Les éléments électricité et électronique (-8 p. 100) et métaux et produits métalliques (-6 p. 100) affichent les déclins les plus significatifs. Les augmentations les plus importantes sont dans les services de transport (20 p. 100) et la construction (5 p. 100). Le MAM montre un déclin global semblable, mais seul le sous-secteur des services de divertissement affiche un déclin appréciable (6 p. 100). Les transports montrent des gains semblables à ceux constatés à l'aide du SCMI. À plus long terme, les analyses fondées sur le SCMI et le MAM montrent un déclin de l'emploi d'environ 2 p. 100.

Équilibres

Par rapport au MSQ, les revenus sont réduits, mais les dépenses actuelles sont soit plus élevées ou peu changées (tableau 5.7). Cela découle d'une réduction des économies moyennes des ménages dans toutes les voies. C'est-à-dire que les niveaux de vie des consommateurs sont « protégés » en réduisant les épargnes. Les dépenses gouvernementales demeurent au niveau du cas de référence, sauf pour les dépenses liées directement, c'est-à-dire la planification, l'application et les programmes d'éducation qui

Tableau 5.7a
Effet sur la balance et l'épargne
SCMI
% de changement moyen en % du PNB

	2 CA		2 KL		2 KS		3 CA		4 CA	
	00-12	13-18	00-12	13-18	00-12	13-18	00-12	13-18	00-12	13-18
Personnel	-1.1	-2.3	0.1	-0.5	-0.1	-1.1	-1.5	-2.6	-1.1	-2.1
Entreprises	0.8	2.2	0	0.7	0.3	2.0	0.9	2.0	0.7	1.6
Gouv.	0	-0.5	-0.4	-0.8	-0.3	-0.7	0	-0.6	0.2	-0.2
Étrangère	1.3	1.0	1.1	0.7	1.1	-0.2	1.6	1.3	1.3	1.0

Tableau 5.7b
Effet sur la balance et l'épargne
MAM
% de changement moyen en % du PNB

	2 CA		2 KL		2 KS		3 CA		4 CA	
	00-12	13-18	00-12	13-18	00-12	13-18	00-12	13-18	00-12	13-18
Personnel	-0.1	-0.1	0.1	0.1	0.2	-0.1	-2.2	-3.2	0	-0.2
Entreprises	-0.1	-0.4	-0.1	0.1	0.1	0.9	1.2	3.3	-0.1	-0.3
Gouv.	0.2	0.3	-0.4	-0.3	-0.4	-0.2	0.5	-0.3	0.1	.03
Étrangère	0.1	0.3	0.3	0.4	0.2	-0.5	0.8	0.6	0.1	0.3

augmentent modérément. Cependant, elles ne sont pas présentes dans la voie 4CA. Ce résultat peut être comparé à la période de 1990 à 1999, pendant laquelle le taux personnel

d'épargne a baissé d'environ 10 p. 100 à presque rien, alors que les revenus chutaient ou stagnaient.

L'ampleur du déficit du compte courant est accrue dans toutes les voies à cause du recours additionnel à l'emprunt à l'étranger. Cet emprunt pour financer l'investissement canadien est une caractéristique de l'ensemble du dernier siècle. Une augmentation soutenue, équivalente à 1 p. 100 du PIB, pourrait être observée dans les marchés monétaires et chez les observateurs des politiques économiques internationales.

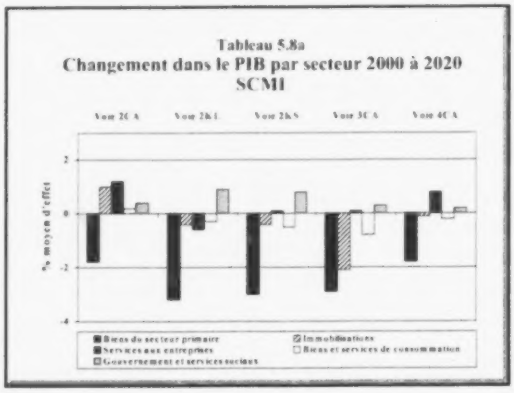
Les effets sur les soldes de l'État sont les moins significatifs de tous les systèmes d'épargnes. En grande partie, les subventions fournies par le gouvernement pour stimuler les réductions des émissions n'ont pas d'impact significatif sur ces soldes. Les revenus additionnels de la taxe sur les carburants de la voie 3CA protègent les soldes de l'État parce qu'ils ne sont pas recyclés et pourraient compenser pour les dommages aux revenus provoqués par les effets négatifs sur les revenus privés.

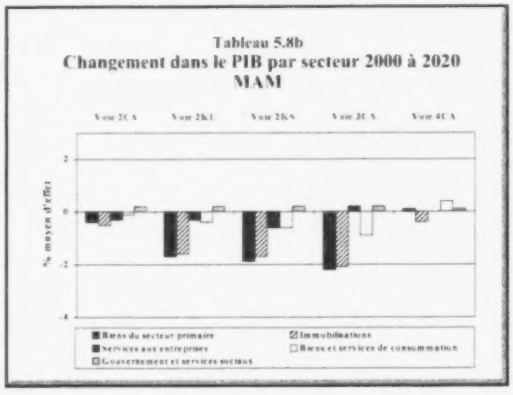
5.4. Résultats sectoriels

Les secteurs servant à l'analyse macroéconomique sont quelque peu différents des secteurs des modèles énergie-technologie à cause des différentes structures de ces modèles. Cependant, les regroupements ont été arrangés afin de ressembler aux modèles énergie-technologie d'aussi près que possible. Les résultats sectoriels sont présentés comme des changements moyens sur deux périodes de temps, soit 2000 à 2012, la fin de la première période d'engagement, et 2013 à 2018.

2000 à 2012

Il n'y a que de légères distinctions sectorielles entre les voies 2CA et 4CA (tableau 5.8). Le point de vue du SCMI est que les coûts en capitaux, les économies de carburant et l'échange de permis sont les mêmes pour ces deux cas. Ils sont distingués par de légères variations des dépenses actuelles du gouvernement et des transferts, par les différences de prix relatifs attribuables aux augmentations pour le pétrole, le gaz et l'électricité dans la voie 4CA et par l'effet d'allocation des paiements de permis à un plus grand nombre de secteurs dans la voie 4CA à comparer à la voie 2CA.





Les industries des ressources montrent les effets négatifs les plus graves dans toutes les voies. Au sein de ce secteur, les industries de l'exploitation minière, de la production de produits chimiques et agricoles-alimentaires sont les plus touchées. La production de l'énergie est modérément affectée par les cas du CA, mais considérablement réduite dans les scénarios internationaux. Les produits forestiers sont peu touchés.

Les autres secteurs sont peu touchés et certains, notamment les biens durables au cours des premières années, indiquent une augmentation de PIB. Soit directement ou par des effets induits de revenus, ces secteurs profitent d'une demande nationale accrue provoquée par les actions visant l'atteinte de l'objectif de Kyoto.

La voie 3CA dans l'analyse du SCMI représente le cas le plus grave. En 2010, il y a certains effets graves dans l'exploitation minière du fer (-30 p. 100), dans le caoutchouc et les produits de plastique (-15 p. 100), les biens en cuir et les vêtements (-15 p. 100), le fer et l'acier (-20 p. 100), la fusion non ferreuse (-12 p. 100), l'assemblage automobile (-13 p. 100), la machinerie non électrique (-15 p. 100), l'assemblage de camions (-30 p. 100), et les produits électroniques (-17 p. 100). Les effets positifs dans la construction de routes et dans le transport en commun urbain sont liés à la mise en œuvre des mesures dans le secteur du transport en commun urbain.

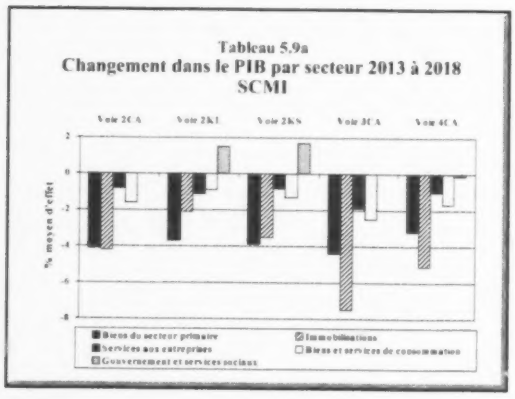
L'industrie du charbon est un secteur qui va connaître une grande détérioration. La taille de l'industrie est réduite de 40 à 50 p. 100 dans la voie 3CA. Cette réduction a lieu au début de la projection étant donné le point de vue du SCMI que les réductions dans la consommation de ce carburant seraient rapidement réduites. Outre les effets directs sur le charbon thermique, liés à la production d'électricité, le charbon métallurgique serait négativement affecté dans les cas du CA alors que les coûts unitaires canadiens de production augmenteraient par rapport à ceux des fournisseurs internationaux compétiteurs.

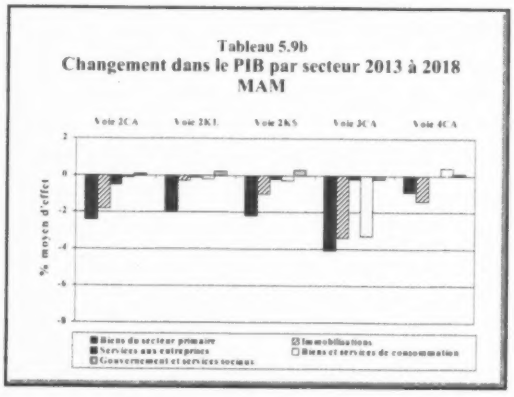
Les résultats fondés sur le MAM montrent une tendance semblable dans toutes les voies sauf la voie 2CA, mais l'effet est plus atténué. Dans la voie 2CA, les biens durables, les

services commerciaux et les biens de consommation ainsi que les services subissent un effet légèrement négatif au cours de cette période, à comparer à l'impact positif selon le SCMI. Cela est attribuable aux différences dans les niveaux d'investissement entre les deux modèles.

2013 à 2018

À plus long terme, les effets sont généralement plus graves et répandus dans l'ensemble du secteur industriel (tableau 5.9). La plupart des réductions du PIB ont été réalisées dès 2012. Cependant, une érosion additionnelle de la production est prévue après 2013. À long terme, l'industrie des ressources fait face à d'autres déclins du PIB de l'ordre de 4 p. 100. Les biens durables connaîssent un déclin semblable de PIB. Ces tendances sont observées dans le SCMI et le MAM.

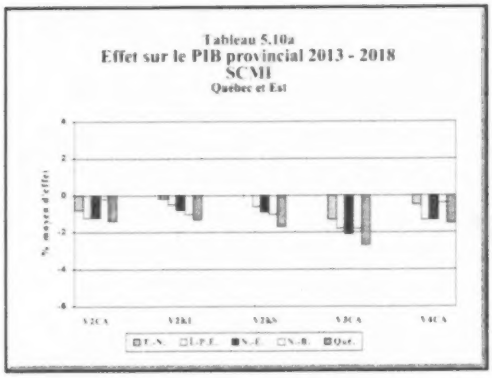


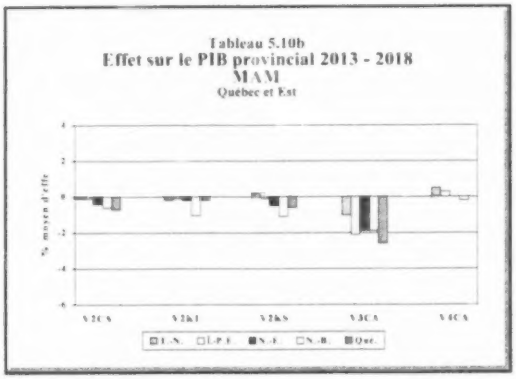


5.5. Résultats provinciaux

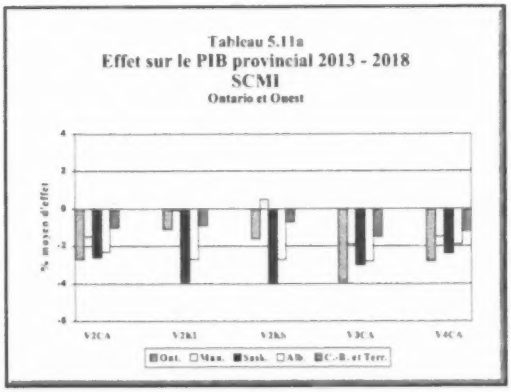
Les résultats provinciaux sont présentés en utilisant les moyennes de 2013 à 2018. La tendance des effets comprend des impacts positifs au début de cette décennie, suivis par des degrés variables de déclin sous les estimations du MSQ d'ici la fin de la décennie. Les impacts provinciaux sont un reflet des impacts sectoriels.

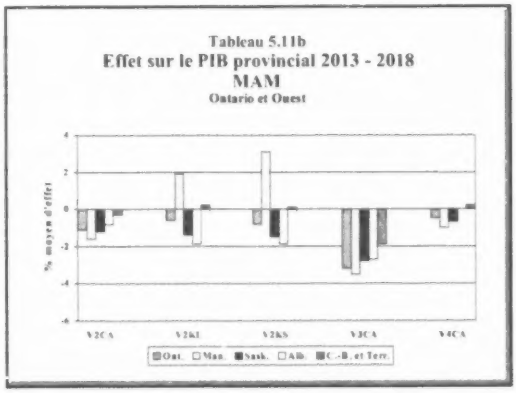
Pour la période de 2013 à 2018, les résultats indiquent des effets négatifs durables et à long terme dans les deux modèles pour la plupart des provinces (tableaux 5.10 et 5.11). Les effets négatifs plus modérés des scénarios internationaux sont reflétés dans toutes les régions à comparer aux impacts basés seulement sur les actions nationales. Le centre du Canada est le plus sensible à ce résultat. L'Ontario est un peu plus vulnérable que le Québec étant donné les effets positifs pour la production hydroélectrique du Québec. L'impact sur l'Ontario est attribuable à ses industries manufacturières sensibles au commerce.





La Saskatchewan et l'Alberta sont les plus touchées à long terme à cause de la dominance des industries des ressources dans ces provinces. Parmi les provinces de l'Atlantique, la Nouvelle-Écosse et le Nouveau-Brunswick semblent être des plus vulnérables. Terre-Neuve et l'Î.P.-É sont moins touchées à cause du niveau élevé de l'influence des dépenses gouvernementales qui demeure inchangée par hypothèse. Les effets sur la C.-B. et sur les Territoires sont généralement plus limités que la moyenne canadienne.





La différence la plus remarquable entre le SCMI et le MAM a lieu à Terre-Neuve et au Manitoba qui montrent de modestes « gains » dans certaines voies, notamment dans la voie 2KS selon le MAM, alors que le SCMI montre des effets négatifs. Cela est principalement attribuable aux exportations d'électricité.

Dans le scénario *Le Canada agit seul*, l'Ontario représente plus de la moitié de tous les effets négatifs durables sur l'économie canadienne. Dans les scénarios internationaux, cette province représente environ le tiers des impacts. L'Alberta, le Québec et la Colombie-Britannique suivent par ordre d'importance en ce qui concerne leurs effets sur l'économie canadienne.

Ces distinctions régionales et provinciales seraient probablement plus accusées si l'analyse tenait compte de la migration interprovinciale. En règle générale, on pourrait s'attendre à ce que la main-d'œuvre et la population répondraient aux impacts relatifs sur les emplois, mais ce type d'influence n'est pas opérationnel dans ces résultats.

5.6. Compétitivité

La compétitivité est une question multidimensionnelle comportant des facteurs tels que la productivité, la performance des exportations, le climat fiscal et la technologie. L'approche du GAM à l'égard de la compétitivité est fondée sur deux rapports.[19] Dans ces rapports, diverses mesures de la compétitivité ont été définies (tableau 5.12).

Tableau 5.12
Mesures de la compétitivité

Plourde	Hirshhorn
Changement dans le PNB réel par habitant	Importance de la concurrence étrangère
Changement dans la productivité totale des facteurs	Importance de la concurrence sur les prix
Changement dans les importations et exportations	Effet prévu des politiques relatives aux GES sur les concurrents étrangers
Changement dans les coûts unitaires réels	
Changement dans le flux net des investissements	

Il est plus difficile de quantifier les mesures utilisées par Hirshhorn et elles seront décrites qualitativement. Lorsque les résultats sont disponibles pour les mesures de Plourde, les impacts sur la compétitivité seront quantifiés.

L'ampleur de la compétition des entreprises étrangères dépend du scénario envisagé. Dans le CA, le Canada aura un désavantage certain puisqu'il entreprendra seul les mesures de réductions des GES. Les coûts découlant des réductions des GES seront donc plus élevés pour le Canada. Dans le KL et le KS, on suppose que les autres pays vont aussi réduire leurs émissions de GES. Dans ce cas, les coûts relatifs des réductions des GES seront importants, mais, puisqu'il n'y a aucune donnée directement comparable, cet aspect est difficile à déterminer. Cependant, il y a une indication tirée de l'étude de l'EIA, utilisée pour élaborer les scénarios internationaux, que l'impact sur l'économie américaine serait semblable à celui prévu pour le Canada. Si les É.-U. allaient mettre en œuvre des politiques de réduction des GES dans leur économie, celle-ci serait réduite, et donc les occasions d'exportation pourraient un peu baisser.

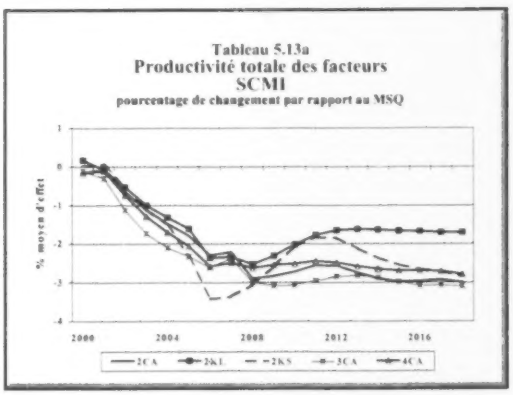
Dans la présente analyse, l'effet de la concurrence des prix est reflété dans l'analyse au niveau national. Il est présentement difficile d'inférer les conséquences internationales sur les prix puisque les politiques sur les GES dans d'autres pays tels que les États-Unis ne sont pas bien énoncées.

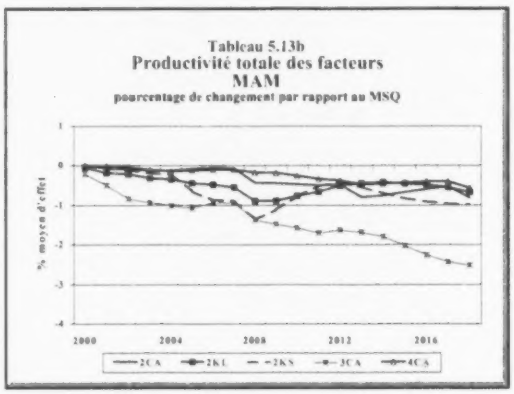
---

[19] André Plourde; *Competitiveness and the National Implementation Strategy : Elements of a Framework of Analysis*, commandité par le GAM; et Ronald Hirshorn : *Characteristics of the Canadian Economy and the Implications for Climate Change*, commandité par Industrie Canada.

Le PIB par personne baissera dans toutes les voies, notamment après 2005.

Le niveau de la productivité totale des facteurs (PTF)[20] est réduit, dans les résultats fondés sur le SCMI pour tous les cas au cours des premières années lorsqu'un capital additionnel important est ajouté alors que les réductions des coûts des carburants sont adoptées (tableau 5.13). Le capital additionnel est alloué aux réductions de GES et ne change pas la production. À plus long terme, les économies en carburant « rattrapent » l'augmentation du capital pour stabiliser le niveau des réductions provenant des effets directs. On ne s'attend pas que les effets indirects induits du MI modifieraient cela.





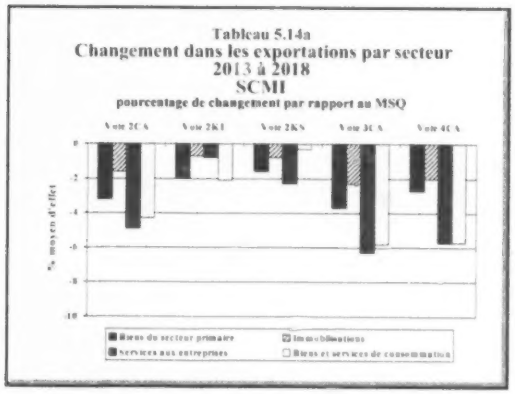
Parmi les autres séries de politiques nationales, une indication importante est qu'il semble n'y avoir aucune distinction nette dans la compétitivité entre les différents cas du CA. Le choix d'une de ces voies ou d'une autre serait probablement fondé sur des motifs autres que l'impact sur le potentiel de productivité. Agir de concert avec d'autres pays (KL et KS) semble être moins dommageable.

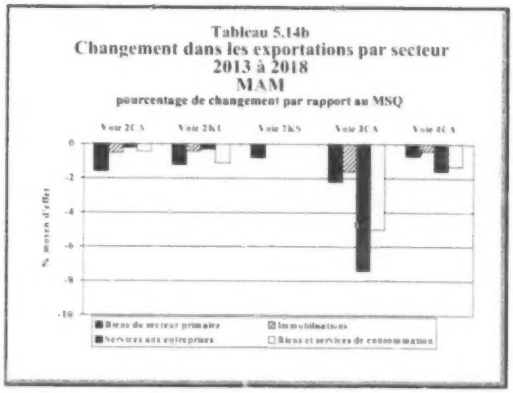
Les résultats fondés sur le MAM montrent un déclin plus graduel au cours de la période de projection pour toutes les voies sauf la voie 3CA. Cette voie est semblable aux résultats du SCMI.

Dans l'analyse fondée sur le SCMI, dans tous les cas les exportations baissent (tableau 5.14). Tel que prévu, la voie 3CA affiche le déclin le plus accusé pour tous les secteurs, alors que la voie 2KL a le moins d'impacts. Les services liés aux entreprises et les biens et les services de consommation sont en général les secteurs les plus touchés. Les impacts sur les industries des ressources, des biens durables et d'investissement sont plus modestes. Ces déclins sont attribuables au rétrécissement du marché de l'exportation, bien que les scénarios internationaux montrent des impacts plus limités.

---

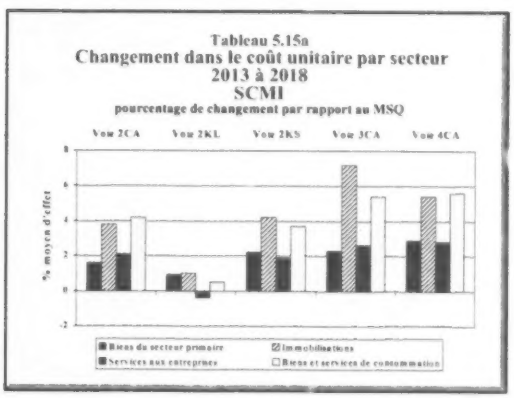
20 La PTF est définie comme la production totale divisée par un indice représentant la main-d'œuvre et le capital.

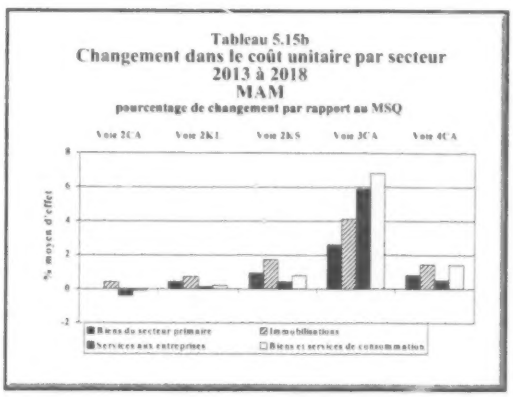




L'analyse du MAM montre des tendances semblables, bien qu'il n'y ait aucun impact sur les exportations dans la voie 2KS.

Le changement des coûts unitaires reflète la modification des exportations (tableau 5.15). La voie 3CA affiche les augmentations les plus importantes, approchant de 8 p. 100 dans certains secteurs, et la voie 2KL, le moins d'impacts, tous les secteurs étant dans la fourchette de 1,0 à 2,5 p. 100. Les biens et services aux consommateurs et les biens durables et d'investissement connaissent les augmentations les plus élevées dans toutes les voies. Les industries des ressources connaissent les plus faibles augmentations.





Bien qu'il y ait certaines différences dans les industries touchées dans le MAM, notamment dans la voie 3CA, où les biens de consommation et les entreprises liées aux services sont les plus touchées dans le SCMI, la tendance est semblable. Cependant, pour la voie 2CA il n'y a pas d'effet discernable dans le MAM.

La compétitivité canadienne sera le plus touchée dans les cas du CA puisque il n'y aurait aucune « pénalité » de coût pour les partenaires commerciaux canadiens attribuable aux

mesures de réduction des GES. Dans les scénarios internationaux, le résultat est moins clair à cause des données limitées permettant d'établir les effets relatifs sur la PTF et les coûts unitaires entre les partenaires commerciaux. Il serait irréaliste de ne s'attendre à aucun effet. Il semble que les domaines les plus vulnérables, selon les changements dans les exportations et les coûts unitaires, sont les entreprises liées aux services, notamment les finances et l'assurance, ainsi que les biens et services à la consommation, surtout dans les industries du divertissement.

Une autre question importante que la macroanalyse n'a pas pu capturer est le potentiel de fuite des investissements à des pays qui ont des coûts moins élevés ou aucun coût pour leur industrie dans le cadre du Protocole de Kyoto. Cette fuite comporte la diversion des investissements qui auraient autrement eu lieu au Canada, mais qui sont réacheminés a cause des coûts auxquels l'industrie canadienne fait face pour atteindre l'engagement canadien en regard du Protocole de Kyoto. L'effet visera probablement un certain ensemble précis d'industries qui sont les plus vulnérables à la compétition internationale. Le réacheminement des investissements du Canada mène à une migration potentielle de certains sous-secteurs de l'économie canadienne vers d'autres pays. Bien qu'il soit difficile de la quantifier, elle représente un risque pour l'économie canadienne. L'analyse de cette question est un domaine pour des travaux futurs et devrait être effectuée pour chaque industrie.

Chapitre 6
Un point de vue complémentaire : l'analyse à l'aide du MEGMSC

Le présent chapitre examine un point de vue complémentaire à l'analyse d'Informetrica à l'aide d'un modèle d'équilibre général calculable. Étant donné la nature de ce modèle, certaines hypothèses sur les intrants sont différentes que celles utilisées dans les modèles énergie-technologique et économétriques. Les résultats complets pour le MEGMSC se trouvent dans le rapport, *Analyse d'équilibre général des voies et des scénarios de réduction des GES - Division des études économiques et de l'analyse politique du ministère des Finances.*

Principales leçons

- Il y a des coûts économiques à long terme à la mise en œuvre du Protocole de Kyoto.
- Lorsque mis en œuvre d'une façon rentable (p. ex. la voie 4), ces coûts ne sont ni légers ni énormes.
- La mise en œuvre rentable laisse entendre des effets très inégaux entre les secteurs et les régions.
- En se servant d'objectifs d'émissions précis par secteur, cela ajouterait au coût global de mise en œuvre de l'objectif de Kyoto sans réduire la variation de l'impact économique pour l'ensemble des secteurs.
- Les hypothèses « techniques » ont beaucoup d'importance sur l'impact global et sa répartition sur l'ensemble des secteurs et des provinces.

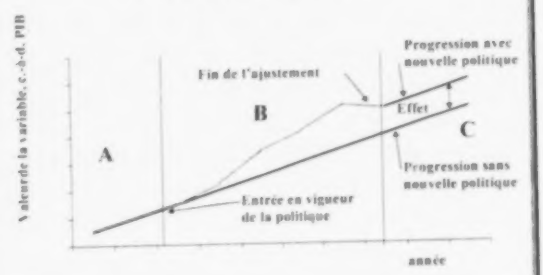
6.1. Contexte

La modélisation informatisée d'équilibre général (MIEG) combine en un seul modèle les microperspectives et les macroperspectives. C'est-à-dire, l'approche de la MIEG modélise simultanément les choix des intrants (y compris l'énergie) et les changements dans l'activité économique sectorielle et agrégée. En conséquence, il n'est pas possible d'utiliser tous les extrants des modèles énergie-technologie tels que le SCMI et le MAM comme intrants au MIEG. L'analyse du MIEG devrait être perçue comme étant complémentaire aux résultats SCMI-MAM-MI des Tables de concertation.

Le modèle utilisé pour entreprendre l'analyse était le Modèle d'équilibre général multi-sectoriel du Canada (MEGMSC), un modèle qui a été élaboré et est maintenu par le ministère des Finances. Le MEGMSC simule l'économie canadienne utilisant des consommateurs et des producteurs représentatifs. Il décrit l'économie totale comme agrégat des 51 secteurs produisant 59 biens et services, dont la plupart sont commercialisés internationalement.

Le MEGMSC est un modèle statique, ce qui signifie qu'il n'y a qu'une seule période temporelle dans le modèle. Les simulations du MEGMSC d'une politique de réduction des GES devraient donc être interprétées comme montrant l'impact à long terme d'un changement de politique après que l'économie ait terminé son ajustement (qui peut être de longue durée) à la nouvelle politique. Le modèle suppose une compétition parfaite. Dans le tableau 6.1, la zone A montre l'économie avant l'introduction du changement de politiques et la zone C montre l'économie après la fin de l'ajustement à la nouvelle politique. Contrairement au MI, le MEGMSC ne décrit pas la transition de l'économie de l'introduction de la politique au moment où l'économie est pleinement ajustée à la nouvelle politique (zone B au tableau 6.1). Il faut remarquer que le taux de croissance à long terme du PIB (et des variables associées) est supposé demeurer inchangé par la politique, mais le changement du *niveau* du PIB est permanent.

Tableau 6.1
Ce que prévoit le MEGMSC



Le MEGMSC a été utilisé pour simuler des combinaisons de trois voies ou scénarios : la voie 4 dans *le Canada agit seul*, la voie 4 *Kyoto lâche*, et la voie 3 *Le Canada agit seul* (tableau 6.2).

Tableau 6.2
Voies et scénarios pour l'analyse du MEGMSC

	Canada seul	Kyoto serré	Kyoto lâche
Voie 0			
Voie 1			
Voie 2			
Voie 3	X		
Voie 4	X		X

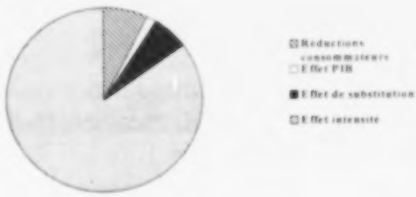
On suppose que toutes les taxes demeureront inchangées sauf pour les changements à la taxe sur le carburant décrite à la voie 3. Dans un modèle dynamique comme le MI, cela pourrait modifier le solde budgétaire du gouvernement à chaque année de la simulation, qui se traduit par un changement de la dette gouvernementale à la fin de la période de simulation. Puisque le MEGMSC est un modèle statique, le gouvernement ne peut accumuler une dette et la réduire plus tard

parce qu'il n'y a pas de « plus tard ». Pour mettre en œuvre la demande du GAM de laisser les taux d'imposition inchangés *par personne* (c.-à-d. un montant forfaitaire), les transferts aux consommateurs ont été ajustés pour assurer que le budget gouvernemental demeurait équilibré.

6.2. Résultats de la voie 4 – *Le Canada agit seul*

La pierre angulaire de la voie 4 est un système de permis échangeables qui couvre la plus grande partie de l'économie.[21] La simulation de la voie 4 dans le scénario *Le Canada agit seul* (CA) mène à un déclin de 0,8 p. 100 du produit intérieur brut (PIB) du Canada par rapport à ce qu'il serait autrement. Cela peut sembler être un petit changement, mais le changement serait permanent et il n'est donc pas sans conséquences. De plus, le chiffre précis dépend d'un certain nombre d'hypothèses « techniques » décrites ci-dessous. Ces réductions d'émissions de GES sont accomplies par quatre différents canaux comme le montre le tableau 6.3.

Tableau 6.3
Canaux pour la réduction des émissions



Le plus important de ces canaux, l'effet d'intensité, indique qu'au moins certains secteurs peuvent assez rapidement remplacer les intrants intensifs en GES par des intrants qui produisent moins d'émissions. Dans cette simulation particulière, une grande partie de cette réduction de l'intensité a lieu dans la production d'électricité. Le tableau 6.4 montre la réduction des émissions produites par le charbon et le gaz naturel prévue par le modèle pour ce secteur et la réduction de consommation de carburant. La distinction entre les émissions et la consommation de carburant pour le charbon est provoquée par l'introduction d'une nouvelle technologie

Tableau 6.4
Émissions et utilisation de combustibles fossiles dans la production d'électricité - Voie 4CA
pourcentage de changement vs MSQ

Combustible	Réduction des émissions	Réduction de l'utilisation
Charbon	-87	-55
Gaz naturel	-18	-18

[21] Les détails sur la couverture supposée du système de permis échangeables se trouvent dans le rapport du MEGMSC. Les mesures qui réduisent les émissions non liées aux carburants dans les secteurs en amont du pétrole et du gaz ainsi que de l'agriculture ont aussi été imposées dans toutes les combinaisons de voies et de scénarios.

afin de capturer et d'entreposer des émissions des centrales de production électrique alimentées au charbon en Alberta et en Saskatchewan. La technologie laisse entendre que le charbon peut continuer à être consommé sans émettre de CO_2 dans l'atmosphère.[22]

Bien que la consommation de charbon et de gaz naturel en production d'électricité soit grandement réduite, elle représente presque le tiers de la réduction du CO_2 du Canada, la diminution de la production d'électricité étant un beaucoup plus modeste 2 p. 100. La réduction de l'intensité des émissions pour ce secteur est de plus de 70 p. 100.

Le tableau 6.5 montre l'impact de la voie 4CA sur les carburants fossiles qui sont responsables pour environ 81 p. 100 des émissions actuelles de GES du Canada. Le tableau montre jusqu'à quel point elles deviennent très coûteuses à cause des permis nécessaires à leur combustion et le degré auquel leur consommation est limitée.

Tableau 6.5
Effet sur la source d'énergie - Voie 4CA
pourcentage de changement vs MSQ

Source	Prix pour l'acheteur	Utilisation intérieure
Charbon	212	-52
Essence	15	-7
Diesel	18	-10
Mazout	26	-18
Gaz naturel	35	-32
Electricité	7	-1

L'effet de substitution représente beaucoup moins de réductions que ne représente la réduction de l'intensité des émissions. Cependant, l'impact de la politique de réduction des GES est très inégale d'un secteur à l'autre. Les secteurs avec les plus grands déclins en activité (tel que mesuré avec la valeur ajoutée ou le PIB) sont présentés au tableau 6.6.

Tableau 6.6
Principales réductions sectorielles - Voie 4CA

Secteur	Pourcentage de changement dans le PIB vs MSQ
Gazoducs	-22
Acier	-12
Ciment	-12
Produits chimiques industriels	-11
Dérivés du pétrole et du charbon	-8
Pâte et papier	-7
Fonte de métaux non ferreux	-7
Transformation des métaux	-5
Transport aérien	-5
Extraction du charbon*	-4

* Inclut le charbon extrait par des producteurs d'électricité pour usage dans des centrales canadiennes

Une partie de l'impact sectoriel très inégal est attribuable à l'hypothèse pas très réaliste que *Le Canada agit seul*. Cela place les producteurs canadiens de produits chimiques industriels, d'acier et de ciment en désavantage par rapport à leurs compétiteurs étrangers dont la portée se transforme, mais pas complètement, lorsque d'autres pays atteignent leur objectif de Kyoto.

---

22 Dans tous les résultats présentés ici, si la capture et l'entreposage du CO_2 sont économiques, le montant des émissions entreposées est tiré de la série correspondante du modèle du SCMI.

Puisque la composition industrielle de l'économie de chaque province est différente, on pourrait s'attendre à ce que les variations des impacts sectoriels soient semblables aux grandes variations entre les économies provinciales. Le tableau 6.7 montre qu'il y a des différences entre les provinces, notamment lorsque l'on ajoute le secteur de l'énergie électrique dans les calculs.

Tableau 6.7
PIB provincial - Voie 4CA
pourcentage de changement vs MSQ

Province	Avec le secteur de l'électricité	Sans le secteur de l'électricité
Terre-Neuve	-0.4	-0.7
Île-du-Prince-Édouard	-0.7	-0.4
Nouvelle-Écosse	-2.8	-0.6
Nouveau-Brunswick	-2.3	-0.8
Québec	1.2	-0.8
Ontario	-1.8	-0.7
Manitoba	-0.8	-0.7
Saskatchewan	-1.7	-1.1
Alberta	-1.1	-1.6
C.-B. et Territoires	0	-0.8
Canada	-0.8	-0.9

La production d'énergie électrique (et donc son PIB) augmente dans les provinces où l'électricité est produite par des technologies émettant peu de GES telles que l'hydroélectricité aux dépens des provinces qui consomment des carburants fossiles pour produire l'électricité.

Il est surprenant de constater que les impacts de la production d'énergie électrique et de la consommation de charbon semblent atténués en Alberta même si la plus grande partie de la production électrique provient de la consommation de charbon. La raison est que la capture et l'entreposage du CO_2 sont supposés être disponibles et plus économiques en Alberta et en Saskatchewan que de passer à des sources de carburants de remplacement. On suppose que cette technologie est économique en autant que les autres mesures de réduction du CO_2 coûtent plus que de 38 $. Puisque le coût d'un permis d'émettre une tonne de CO_2 dans la voie 4CA est supérieur à 44 $ dans cette simulation, les producteurs d'électricité de l'Alberta et de la Saskatchewan trouvent qu'il en coûte moins de capturer et d'entreposer leurs émissions plutôt que d'acheter un permis leur permettant de consommer du charbon sans capture et entreposage.

Il faut remarquer que dans cette simulation on suppose que des additions à la capacité hydroélectrique peuvent être installées dans certaines provinces et que le commerce interprovincial de l'électricité peut considérablement augmenter. Ces hypothèses, ainsi que l'hypothèse de la capture et de l'entreposage, jouent un rôle important dans les résultats. Sans ces hypothèses, l'impact total de l'ensemble des politiques sur l'économie serait plus grand et la répartition régionale des résultats changerait.

6.3. Voie 4 – *Kyoto lâche*

Dans ce scénario international, les autres pays mettent aussi en œuvre l'accord de Kyoto et l'échange international de permis. Tel que décrit au chapitre 3, le prix du permis dans *Kyoto lâche* est supposé être 24 $ la tonne de CO_2.

Le MEGMSC est un modèle de l'économie canadienne seulement. Pour traiter des scénarios internationaux, il faut des intrants détaillés sur les prix et l'activité économique

dans les pays étrangers. L'intrant requis au MEGMSC est tiré d'un modèle multi-pays IEG, *G-cubed*. Le rapport du MEGMSC inclut une introduction au *G-cubed*.[23]

Ce scénario international a deux principaux avantages pour le Canada :

- Puisque les autres pays se conforment au Protocole de Kyoto, les exportateurs canadiens auront un moins grand désavantage compétitif: plusieurs de ces compétiteurs étrangers dépenseront aussi de l'argent pour la réduction des GES ou pour les permis.

- La portion de la lacune qui doit être comblée par les activités nationales est réduite, le Canada peut maintenant atteindre son engagement à un prix de permis moins élevé (44 $ à comparer à 24 $ la tonne de CO_2).

Il y a aussi deux principaux désavantages pour les Canadiens dans ce même scénario international :

- Puisque les partenaires commerciaux du Canada réduiront aussi leurs émissions de GES, leurs économies se rétréciront. Cela représentera des marchés plus petits pour les exportateurs canadiens.

- De plus, le Canada est un exportateur net de pétrole brut et de gaz naturel. La demande internationale pour ces deux carburants pourrait baisser alors que les autres pays réduisent leurs émissions de GES. Cela à son tour pourrait faire baisser le prix que reçoivent les exportateurs canadiens pour leur pétrole et leur gaz.[24]

L'effet net de toutes ces forces dans la voie 4KL est de réduire le PIB du Canada de 0,3 p. 100 par rapport au statu quo. Cela représente un plus petit impact que la voie 4CA. De plus, les Canadiens achètent assez de permis de l'étranger pour représenter pour un peu moins que le tiers de la différence entre les émissions du MSQ et l'objectif de Kyoto.

Les impacts de la voie 4KL sur les différents secteurs diffèrent de ceux de la voie 4CA. L'impact global sur le ciment, l'électricité, les produits chimiques industriels, les pâtes et papier ainsi que l'acier est atténué par le scénario *Kyoto lâche* à comparer à celui du *Canada agit seul*. De plus, la capture et l'entreposage ne sont plus des propositions

---

23 *G-cubed* a été élaboré au Brookings Institution. La version utilisée par le ministère des Finances du Canada inclus un bloc entièrement spécifié pour le Canada qui a été élaboré par Philip Bagnoli. Une description complète du modèle *G-cubed* se trouve dans le texte de W. J. McKibbin et P. J. Wilcoxen intitulé « The Theoretical and Empirical Structure of the G-Cubed Model », dans *Journal of Policy Modelling*, 1999.

24 Cela diffère des attentes de l'analyse de l'EIA (voir le chapitre 3).

rentables pour l'Alberta et la Saskatchewan puisqu'il est maintenant moins coûteux d'acheter des permis que de capturer et entreposer le CO_2.

6.4. Voie 3 – *Le Canada agit seul*

La voie 3 est aussi simulée en vertu de l'hypothèse que le Canada seul respecte son engagement international dans le cadre du Protocole de Kyoto. La différence entre cette voie et la voie 4 est que le régime d'échange de permis est restreint à un plus petit nombre d'industries et on suppose qu'il complète un certain nombre de mesures précises par secteur qui visent à aider chaque secteur à atteindre son propre objectif de Kyoto.

Dans cette voie, seules l'électricité et l'industrie participent à un régime d'échange de permis. Les autres secteurs adoptent des mesures proposées par les diverses Tables de concertation. Ces mesures ont premièrement été simulées en utilisant le modèle du SCMI; les résultats ont ensuite servi d'intrants au MEGMSC en utilisant les calculs du SCMI des dépenses en capital additionnelles et des réductions d'énergie de chaque mesure.

Le traitement du secteur des transports est un peu différent. Tel que précisé dans la voie 3, il fait face à une taxe sur le carburant diesel et sur l'essence pour décourager leur consommation.[25] De plus, un certain nombre de mesures sont mises en œuvre qui sont payées par les émetteurs ou, comme tel est le cas pour une grande partie de l'investissement dans la nouvelle infrastructure des transports, par le gouvernement.

Dans la simulation de la voie 3CA, l'économie canadienne diminue de 0,9 p. 100 par rapport au MSQ. La contraction économique n'est qu'un peu plus grande que dans la voie 4. Il y a deux causes différentes, fonctionnant dans des directions opposées, pour les différences entre les deux voies.

La première différence est la façon de répartir la conformité dans le secteur. Dans la voie 4, la conformité à l'objectif de Kyoto est répartie de façon rentable dans l'ensemble des secteurs parce que presque tous les secteurs de l'économie font face à un prix uniforme des émissions.[26] Cela mène ces secteurs ayant les options les moins coûteuses de réductions des GES à effectuer la plupart des réductions. Dans la voie 3, les mesures de politiques ne sont pas choisies en tenant compte de la rentabilité globale.

---

25 Selon le modèle du SCMI, la consommation totale d'essence baisse d'environ 40 p. 100 alors que la consommation de diesel dans les transports baisse de 25 p. 100 par rapport au MSQ.

26 L'établissement d'un prix uniforme des émissions devrait minimiser le coût agrégé des ressources additionnelles (p. ex. l'investissement) nécessaires pour réduire des émissions. C'est la conception du « coût » qui a été utilisée dans les modèles énergie-technologie pour décrire l'impact de conformité sur les secteurs autres que les producteurs d'énergie et les transports. Dans un modèle tel que le MEGMSC, minimiser le coût agrégé des ressources devrait aussi minimiser l'impact du PIB agrégé.

La deuxième différence est que la simulation de la voie 3 incorpore des mesures provenant des Tables. Elle proposait un nombre d'activités à faible coût de réduction des GES qui n'était pas prévu par le MEGMSC dans la voie 4.[27] De plus, les politiques qui sont appliquées sur une base sectorielle sont supposées être parfaitement ciblées, en d'autres termes, la mesure est aussi efficace et pas plus coûteuse que prévu. Entre autres choses, cela signifie que le gouvernement subventionne seulement les dépenses additionnelles qui découlent directement d'une nouvelle politique.

Encore une fois, l'effet net de ces deux influences opposées est que la voie 3CA n'est qu'un peu plus coûteuse que la voie 4CA. Comme le montre le rapport du MEGMSC, lorsque les sources peu coûteuses de réductions des GES qui sont supposées dans la voie 3, mais non dans la voie 4, sont éliminées, la voie 3 est beaucoup plus coûteuse que la voie 4. Le résultat est que la voie 3 est comparable du point de vue du coût à la voie 4 seulement si un responsable des politiques peut assurer que ses concitoyens réduisent les émissions de manière qu'ils ne le feraient pas autrement sans un instrument de prix tel que des permis. De plus, malgré l'utilisation d'objectifs d'émissions spécifiques par secteur, la variation dans l'impact économique de l'ensemble des politiques par rapport aux secteurs individuels est environ la même dans la voie 3CA que dans la voie 4CA.

Outre l'impact plus élevé sur le PIB, voici les principales différences entre les résultats de la voie 3 et 4 :

- La consommation de carburant diesel et d'essence baisse beaucoup plus dans la voie 3 par rapport au MSQ.

- À cause de ces baisses, les secteurs des consommateurs et des transports (excluant les déplacements par avion) diminuent beaucoup plus les émissions (et dans le cas de l'impact sectoriel des transports sur le PIB, la baisse est encore plus grande) que dans la voie 4.

- Les émissions du secteur de l'électricité baissent moins dans la voie 3 que dans la voie 4 (une réduction de 46 p. 100 dans la voie 3 à comparer à 49 p. 100 dans la voie 4).

---

27 Il peut y avoir un certain nombre de raisons pourquoi le MEGMSC et les Tables ont différents points de vue sur le coût des ressources de la réduction des émissions. Le MEGMSC est fondé sur des réactions historiques aux changements des prix et peut être incapable de prévoir la facilité avec laquelle les nouvelles technologies sont adoptées dans un monde où les émissions de GES sont plus coûteuses. Ou encore, les Tables peuvent sous-estimer des coûts (c'est-à-dire le risque inhérent des nouvelles technologies, la préférence pour les déplacements en véhicules privés par rapport aux transports en commun) assumés par les consommateurs et les producteurs qui adoptent les nouvelles technologies ou pratiques.

Comme dans la voie 4, le prix des permis est supérieur à 38 $ la tonne de CO_2, ce qui rend la capture et l'entreposage économiques. La réduction des émissions de CO_2 produites par les centrales qui consomment du charbon en Alberta et en Saskatchewan est donc une importante contribution aux réductions globales des GES.

6.5. Comparaison aux résultats des autres modèles

L'introduction au présent chapitre faisait remarquer que les résultats quantitatifs sont différents d'un modèle à l'autre. La présente section examine cette affirmation plus à fond en comparant certains des principaux résultats du MEGMSC à ceux produits par les autres modèles. Pour illustrer cette comparaison, tous les résultats sont pris des simulations de la voie 4 dans *Le Canada agit seul*. Cependant, certaines hypothèses, notamment celles qui entourent les exportations de pétrole et de gaz naturel, sont différentes de celles utilisées dans les modèles MI-SCMI-MAM. Dans le MEGMSC, ces exportations devraient baisser alors que dans l'analyse du MI on s'attend à ce qu'elles demeurent stables pour le pétrole brut et qu'elles augmentent pour le gaz naturel.

Une façon de résumer les aspects énergie-technologie de la voie 4CA est de considérer l'impact simulé sur les prix de l'énergie et sur sa consommation. Le tableau 6.8 compare les résultats obtenus dans les modèles MAM, SCMI et MEGMSC. Les changements de prix et de consommation d'énergie sont généralement comparables d'un modèle à l'autre. Les changements prévus dans la consommation de gaz naturel sont ceux qui varient le plus d'un modèle à l'autre.

Tableau 6.8
Comparaison des prix de l'énergie et utilisations - Voie 4CA
pourcentage de changement vs MSQ

	SCMI	MAM	MEGMSC
		Prix pour l'acheteur	
Charbon	800	300	212
Essence	35	15	15
Diesel	40	15	18
Mazout			27
Gaz naturel	70	45	35
Électricité			7
		Utilisation intérieure	
Charbon	-55	-45	-52
Essence	-30	-15	-7
Diesel	Avec l'essence	Avec l'essence	-10
Mazout			-18
Gaz naturel	-6	-19	-32
Électricité	-4	-17	-1

Dans les trois modèles, le secteur de l'électricité joue un rôle principal dans la voie 4CA. Le tableau 6.9 met en contraste l'impact prévu de la voie 4 sur la consommation des carburants fossiles dans les trois modèles. Les résultats du MEGMSC se situent entre ceux du SCMI et du MAM. Dans les trois modèles, la consommation de charbon baisse radicalement. Le SCMI montre la plus grande baisse de la consommation de charbon, le MAM la plus petite. La consommation de gaz naturel augmente dans le SCMI, mais elle baisse dans le MAM. La prévision du MEGMSC se situe entre les deux précédentes; il y a une baisse de la consommation du gaz naturel, mais elle n'est pas aussi accusée que la baisse prévue par le MAM.

Tableau 6.9
Comparaison des combustibles fossiles utilisés dans la production d'électricité - Voie 4CA
pourcentage de changement vs MSQ

Combustible	SCMI	MAM	MCESG
Charbon	-63	-51	-55
Gaz naturel	11	-35	-18

Une façon de résumer les aspects macroéconomiques de la voie 4CA est de comparer l'impact sur les industries. Le tableau 6.10 montre les industries ayant les plus grandes baisses de PIB dans les simulations du MI et du MEGMSC.[28] Les modèles utilisent des structures industrielles différentes et une corrélation étroite est improbable. Tel que prévu, la corrélation est plus étroite dans la combinaison MI-SCMI-MAM, bien que deux industries (l'exploitation de charbon et la distribution de gaz naturel) sont communes dans les trois modèles.

Tableau 6.10
Comparaison des secteurs subissant la plus forte baisse du PIB - Voie 4CA

	INFORMETRICA		MCESG
	SCMI	MAM	
Baisse (par ordre d'importance)	Électronique de consommation	Extraction du charbon	Gazoducs
2e	Extraction du charbon	Distribution du gaz	Acier
	Assemblage des carrosseries de camions, cars et autobus	Assemblage des carrosseries de camions, cars et autobus	Ciment
	Équipement de transport divers	Extraction du minerai de fer	Produits chimiques industriels
	Production de boissons	Électronique de consommation	Tourbe et charbon
	Extraction du minerai de fer	Raffineries	Pâte et papier
	Fabrication d'articles de cuir	Électronique, ordinateurs et équipement de bureau	Fonte de métaux non ferreux
	Équipment de télécommunications	Production de boissons	Transformation des métaux
	Vêtements et accesoires	Équipement de transport divers	Transport aérien
10e	Distribution du gaz	Sociétés d'électricité	Extraction du charbon

28 Pour effectuer cette comparaison, les résultats du MI ont été agrégés pour atteindre les 51 secteurs qui sont représentés dans le MEGMSC.

Le tableau 6.11 met en contraste les résultats provinciaux sur le PIB dans l'ensemble des modèles. Il montre qu'il y a faible cohérence dans les résultats du MI et du MEGMSC. La comparaison du MI-SCMI au MEGMSC montre que les pertes de PIB auraient dû être produites dans huit des 10 provinces. La différence la plus importante étant le Québec, qui selon le MI-SCMI devrait connaître une perte de PIB, mais le MEGMSC prévoit un gain. La comparaison MI-MAM avec le MEGMSC montre le même signe pour le PIB dans quatre provinces. Il y a plusieurs sources de ces divergences, y compris les différents résultats pour les impacts sectoriels nationaux sur le PIB qui sous-tendent les résultats provinciaux et le traitement particulier de la distribution de la production d'électricité utilisée dans les résultats du MEGMSC. De plus, certaines hypothèses entourant les exportations de gaz naturel et de pétrole brut sont différentes dans le MI.

Tableau 6.11
Comparaison du PIB provincial - Voie 4CA
2013 - 2018
pourcentage de changement vs MSQ

Province	MI - SCMI	MI - MAM	MCESG
Terre-Neuve	-0,5	0,5	-0,4
Île-du-Prince-Édouard	-1,3	0,3	-0,7
Nouvelle-Écosse	-1,3	0	-2,8
Nouveau-Brunswick	-0,4	-0,2	-2,3
Québec	-1,5	0	1,2
Ontario	-2,8	-0,5	-1,8
Manitoba	-1,5	-1,0	-0,8
Saskatchewan	-2,4	-0,7	-1,7
Alberta	-1,9	0	-1,1
C.-B. et Terr.	-1,2	0,2	0
Canada			-0,8

Malgré ces différences des résultats quantitatifs, les conclusions qualitatives énoncées au début du chapitre s'appliquent aux résultats de tous les modèles.

Chapitre 7

Impacts environnementaux et sur la santé

Le présent chapitre du rapport porte sur les impacts environnementaux et sur la santé (IES) associés aux activités d'atténuation visant à réduire les GES dans les diverses voies et les différents scénarios. Elle fait partie de l'évaluation globale des impacts économiques, environnementaux et sociaux de la mise en œuvre du Protocole de Kyoto. Le rapport complet sur les IES est disponible.

Principales leçons

- L'analyse indique qu'il existe des cobénéfices associés aux activités d'atténuation des GES. Par rapport aux bénéfices de la réduction des émissions de GES, les cobénéfices sont immédiats, locaux et assez certains. La valeur nette actuelle de ces cobénéfices, escomptée à 10 p. 100, se situe entre 2,7 et 4,5 milliards $. Ces estimations ne devraient pas être comparées aux changements du PIB. Il peut y avoir des ressemblances entre les cobénéfices et les coûts cernés ailleurs dans le présent rapport. Cependant, les estimations tirées des modèles énergie-technologie excluent les coûts en bien-être et l'évaluation des cobénéfices est donc incomplète. Ils ne devraient pas être comparés dans la présente analyse.

- L'évaluation des IES peut être décrite comme un exercice afin d'en établir l'ampleur. Les résultats devraient être perçus en association avec le cadre et les hypothèses qui les fondent.

- Les estimations des cobénéfices indiquent que les bénéfices dans le scénario *Kyoto lâche* seraient moins importants que ceux dans le scénario *Le Canada agit seul.*

- L'évaluation indique que les activités visant à atténuer le changement climatique peuvent représenter un grand apport aux normes pancanadiennes (NPC). Elles produisent la plupart des réductions de NO_x, une partie des réductions de SO_x et font de petites contribution à la réduction des $PM_{2,5}$ et des COV.

- Les estimations ont tendance à être prudentes puisqu'elles ne couvrent pas tous les polluants et omettent la contribution des réductions du sulfate dans l'ouest du Canada.

7.1. Introduction

La première section du présent chapitre porte sur l'efficacité en termes de coûts. Les bénéfices sont composés de deux parties : les bénéfices primaires et les bénéfices secondaires ou cobénéfices. Les bénéfices primaires portent sur la contribution que font ces activités à l'amélioration globale du climat et sur les impacts conséquents sur l'environnement, l'économie et la société (préparés par le Groupe des sciences sur les impacts et l'adaptation, (GSIA)). Les bénéfices secondaires ou cobénéfices comprennent ceux qui sont associés à l'impact des initiatives proposées de réduction des GES composées de polluants conventionnels tels que les oxydes de soufre et l'azote, les composés organiques volatiles (COV) et les particules. Ces cobénéfices peuvent être considérés comme « primes » découlant des activités qui réduisent les émissions de GES.

Cette évaluation dépend d'une façon critique du cadre et des hypothèses sur lesquels elle se fonde. Le cadre d'évaluation est à la fois qualitatif et quantitatif. La partie qualitative est fondée sur des opinions expertes. L'évaluation quantitative est fondée sur un cadre de modélisation séquentiel qui débute avec les intrants provenant de l'évaluation énergie-technologie (chapitre 4). Les modèles énergie-technologie définissent les demandes d'intrants de carburants permettant d'estimer les changements des émissions dans l'air.

Les trois voies et scénarios qui ont été évalués, soit la voie 2CA, la voie 2KL et la voie 3CA, représentent une gamme raisonnable de résultats (tableau 7.1). L'analyse physique et monétaire des cobénéfices porte principalement sur les sulfates et l'ozone au sujet desquels nous disposons de données et de modélisations assez bonnes. En se concentrant sur une sous-série choisie de polluants, le niveau d'incertitude est réduit.

Tableau 7.1
Voies et scénarios pour l'analyse des IES

	Canada seul	Kyoto serré	Kyoto lâche
Voie 0			
Voie 1			
Voie 2	X		X
Voie 3	X		
Voie 4			

7.2. Approche

Cadre général

Le cadre de l'analyse des IES dépend des travaux entrepris par les Tables, ainsi que des résultats des travaux du GSIA et du GAM. On a demandé aux Tables de concertation d'effectuer l'analyse des impacts environnementaux et sur la santé décrits dans les

directives fournies par le GAM.[29] De plus, les Tables ont estimé les changements des émissions des contaminants de l'air ciblés (NO_X, VOCs, SO_X et PM) et ont produit des rapports à ce sujet. Ces évaluations sont incluses avec l'évaluation globale des options effectuées par le GAM. Le GAM a estimé les bénéfices ou cobénéfices afférents d'air propre des activités d'atténuation des GES et a fourni une évaluation qualitative générale des impacts environnementaux et sur la santé.

Le GSIA n'a pu estimer les impacts primaires évités découlant de la mise en œuvre du Protocole de Kyoto. Malgré cela, on lui a demandé de décrire les impacts potentiels connus du changement climatique sur l'environnement physique du Canada.

Évaluation quantitative

Les activités entourant le changement climatique, en plus de réduire les émissions de gaz à effet de serre, peuvent aussi mener à des réductions des « polluants conventionnels » tels que le CO, le SO_2, le NO_X et les COV ainsi que les particules. Ces autres émissions détériorent la qualité de l'air et peuvent avoir des impacts négatifs sur la santé et l'environnement. Les activités entourant le changement climatique visant la réduction des GES qui diminuent aussi ces autres émissions peuvent donc produire des cobénéfices positifs d'amélioration de la qualité de l'air. Ces cobénéfices peuvent être considérés comme une « prime » et il faut en tenir compte dans l'évaluation et le choix de stratégies pour réduire les GES.

L'évaluation quantitative comporte les quatre étapes suivantes :

- estimer les changements dans les polluants conventionnels de l'air, les contaminants de l'air ciblés (CAC), par rapport à la ligne de base;
- estimer les changements dans les concentrations ambiantes de polluants (qualité de l'air) correspondant aux changements des émissions de CAC;
- estimer les impacts sur la santé physique et l'environnement découlant des changements de la qualité de l'air;
- estimer la valeur économique des effets qui seraient évités en réduisant les émissions.

---

29 Cadre d'analyse des impacts environnementaux et sur la santé, Groupe d'analyse et de modélisation, le 16 février 1999.

Évaluation qualitative

Les activités entourant le changement climatique, en plus de réduire les émissions de gaz à effet de serre, pourraient avoir une gamme d'impacts environnementaux. Le cadre des IES catégorise ces impacts potentiels comme étant reliés aux effets atmosphériques, aquatiques et terrestres. Certains de ces impacts peuvent être quantifiés en termes physiques ou monétaires et sont l'objet de l'évaluation quantitative. D'autres impacts se prêtent moins bien à la quantification étant donné l'information incomplète sur leurs conséquences potentielles. Ceux-ci sont examinés d'une manière plus qualitative.

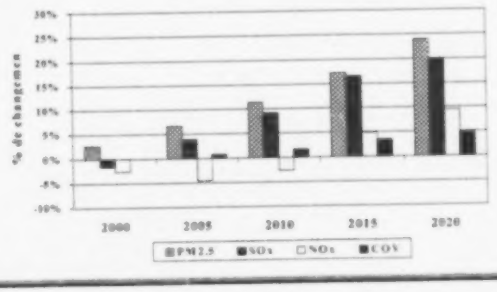
7.3. Observations et résultats

Afin de bien comprendre les résultats de l'analyse des CAC et des cobénéfices, il est important de comprendre les hypothèses économique et politique du cas de référence. Le rapport sur le PECMJ a été utilisé comme référence, avec certaines inclusions et exclusions précises d'IES :

- Les normes du Palier I des émissions des véhicules sont inclus, celles du Palier II[30] ne le sont pas.
- Les règlements sur la réduction du souffre dans l'essence sont inclus, mais le diesel est exclu.
- Les normes pancanadiennes[31] ne sont pas incluses.

En général, les déclarations sur les politiques qui ne sont pas précisément établies pourraient réduire l'ampleur de l'impact sur les CAC et les cobénéfices. L'hypothèse des normes pancanadiennes est la plus significative.

Tableau 7.2
Émissions des CAC dans le scénario de référence
pourcentage de changement par rapport à 1995



Les taux de croissance du cas de référence de quatre des sept CAC examinés sont présentés au tableau 7.2. Ces quatre contaminants ont été choisis à cause de leur importance relative à la qualité de l'air, et ces polluants sont le

30 Les paliers I et II sont des programmes de réduction d'émissions de l'Agence américaine de protection de l'environnement (U.S. EPA) pour les véhicules légers.

31 Les normes pancanadiennes portent sur l'ozone et le $PM_{2,5}$. D'ici 2010, le $PM_{2,5}$ devrait atteindre en moyenne 30$\mu g/m^3$ au cours d'une période de 24 heures. L'ozone doit atteindre une moyenne de 65 parties par 10^9 sur une période de huit heures.

plus touchés par les activités pour réduire les émissions de GES. Les estimations de croissance sont montrées par périodes quinquennales s'échelonnant de 2000 à 2020. À l'exception du NO_x qui affiche de légères baisses jusqu'en 2010, tous les autres contaminants augmentent. Dès 2020, les $PM_{2,5}$, SO_X, NO_X et COV sont respectivement de 24 p. 100, 20 p. 100, 10 p. 100 et 5 p. 100 plus élevés par rapport aux niveaux de 1995. À comparer aux hypothèses présentées dans les PECMJ, la tendance globale est à la hausse. Cependant, les tendances sectorielles et régionales varient considérablement par rapport aux totaux. Les points saillants de ces tendances sont présentés ci-dessous.

Dans le cas de référence, les plus grandes augmentations en pourcentage du NO_X et des COV se trouvent dans le secteur de l'électricité (27 p. 100 et 43 p. 100) à cause de l'augmentation de la capacité de production à partir du gaz naturel. Les augmentations de SO_X principalement du pétrole et du gaz en amont (33 p. 100), du raffinage du pétrole (29 p. 100) et de la fusion et de l'affinage des métaux de base (14 p. 100) sont en partie compensées par les baisses dans le secteur de la production d'électricité. On s'attend aussi à ce que toutes les émissions du secteur des transports baissent à cause des améliorations de la qualité des carburants et des intensités des émissions : SO_X de -15 p. 100, NO_X de -20 p. 100, COV de -42 p. 100 et $PM_{2,5}$ de -17 p. 100).

Dans le cas de référence, les plus grandes réductions de NO_X sont prévues au Québec (-23 p. 100), au Manitoba (-11 p. 100) et dans la région de l'Atlantique (-10 p. 100), avec des augmentations significatives en Alberta (+16 p. 100). Les plus grandes augmentations de SO_X sont en Saskatchewan (37 p. 100), en C.-B. (31 p. 100), en Ontario (20 p. 100) et en Alberta (19 p. 100), alors que les émissions baissent considérablement dans la région de l'Atlantique (-27 p. 100). Les plus fortes augmentations des $PM_{2,5}$ sont prévues en Alberta (27 p. 100) et en Ontario (20 p. 100).

Plusieurs analyses de sensibilité ont été effectuées par rapport aux résultats de référence afin d'examiner les conséquences des changements dans les paramètres des principales prédictions :

- Des niveaux considérablement réduits de souffre dans le carburant diesel au Canada afin de s'apparier aux niveaux proposés par l'EPA aux É.-U. pour les véhicules sur route (15 ppm) et les niveaux potentiels prévus de 500 à 15 ppm pour les véhicules diesel tout terrain.

- Les normes d'émissions du Palier II appliquées aux véhicules légers à essence du Canada.

Les réductions du souffre dans les carburants diesel font baisser les émissions de SO_X du secteur des transports de 30 p. 100 de plus par rapport au MSQ et mènent à une réduction totale des émissions de SO_X du secteur des transports de 41 p. 100 dès 2010 par rapport aux niveaux de 1995 (à comparer à 15 p. 100 dans le MSQ). Par contre, l'impact du programme du Palier II des émissions des véhicules indique de plus petites réductions

des émissions de NO_X et de COV de 8 et de 5 p. 100 respectivement par rapport à la prévision du cas de référence en 2010. À comparer aux niveaux de 1995, les émissions de NO_X et de COV du secteur des transports baissent de 27 p. 100 et de 45 p. 100 (par rapport à 20 p. 100 et 42 p. 100 dans le MSQ).

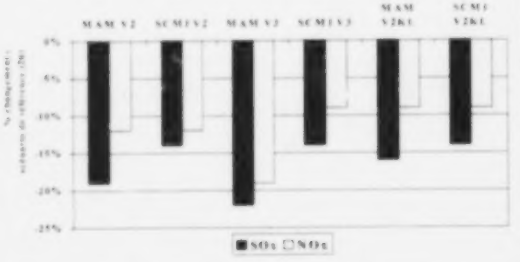
Tableau 7.3
Changement dans certaines émissions des CAC selon les voies d'analyse et modèles
(2010 vs MSQ)

Le tableau 7.3 donne un échantillon des changements des CAC en 2010 pour les deux modèles énergie-technologie et les trois voies et scénarios analysés. Toutes les voies et tous les scénarios examinés affichent d'importantes baisses des émissions de NO_X (variant de 9 à 19 p. 100) et de SO_X (variant de 14 à 22 p. 100). En général, les réductions sont plus grandes dans le MAM et dans le scénario *Le Canada agit seul* qui comporte de plus grandes réductions que dans les *scénarios internationaux*. Il y a de légères baisses des autres CAC, à l'exception des $PM_{2,5}$ qui montrent des augmentations dans certaines voies (en grande partie attribuables à la consommation résidentielle accrue de la biomasse dans les résultats du MAM). Ces résultats occultent d'importantes variations sectorielles et régionales des changements des émissions des CAC. Une comparaison détaillée de ces résultats est fournie dans le rapport sur les IES.

Tableau 7.4
Réductions requises dans les émissions des CAC par région pour atteindre le NPC pour les PM et l'ozone
(pourcentage de changement par rapport à 1995)

Objectifs régionaux	PM2.5	SO_X	NO_X	COV
Atlantique (Nouvelle-Écosse)	0	0	-30	-30
Québec	-20	-20	-35	-35
Ontario	-30	-30	-45	-45
Manitoba	0	0	0	0
Saskatchewan	0	0	0	0
Alberta	0	0	-20	-20
Colombie-Britannique	0	0	-10	-10

En juin 2000, les ministres du CCME ont endossé les normes pancanadiennes (NPC) portant sur les particules et l'ozone. Les analyses précédentes des options pour ces normes avaient estimé les changements requis aux émissions par province afin d'atteindre ces normes. Les réductions requises des émissions des CAC par région pour atteindre les NPC pour les particules et l'ozone sont présentées au tableau 7.4. En général, les résultats indiquent que les réductions provenant d'une ou l'autre des options sur le changement climatique sont insuffisantes pour atteindre tous les objectifs portant sur les COV et la plupart des particules. Cependant, les options dépassent parfois ou fournissent une portion des réductions requises de SO_X et de NO_X. Des détails additionnels sur cette comparaison sont présentés dans le rapport sur les IES.

Le Modèle d'évaluation de la qualité de l'air (MEQA) a été utilisé pour estimer les bénéfices physiques, économiques, sur la santé et environnementaux associés aux voies et aux scénarios examinés. Afin d'accroître la transparence des résultats du MEQA, ils ont été communiqués aux intervenants pour produire une meilleure compréhension des caractéristiques opérationnelles de ce modèle. Les effets physiques associés aux différentes voies et aux différents scénarios ont été estimés en se servant des fonctions concentration-réponse du modèle. Le modèle utilise ensuite de l'information commerciale et non commerciale afin de convertir ces impacts physiques en termes monétaires, dont les plus controversés sont les valeurs utilisées pour estimer les réductions de risque de mortalité. L'estimation centrale de 4,1 millions $ du modèle pour la valeur de la vie statistique laisse entendre que le « particulier moyen » serait disposé à payer environ 400 $ pour réduire le risque de mortalité prématurée de un par 10 000.

Les limites des données ont rendu impossible l'estimation des bénéfices pour l'ensemble des polluants. L'analyse a examiné les impacts pour trois polluants, soient les aérosols de sulfate (SO_4),[32] l'ozone des basses couches de l'atmosphère et le dioxyde de souffre (SO_2). On a analysé une gamme d'impacts sur la santé des êtres humains et un petit groupe d'impacts environnementaux associés à ces polluants. Bien que l'on prévoit que ces polluants devraient fournir une bonne représentation de l'ordre de grandeur des bénéfices totaux, les impacts de tous les autres polluants n'ont pas été inclus dans cette analyse.

La seule mesure des particules utilisée dans cette analyse était celle des SO_4. Il y a là un grand potentiel de sous-estimer les impacts estimés puisque cette analyse ne comprenait pas plusieurs des autres éléments de la mixture complexe que l'on nomme particule. Cependant, puisque plusieurs fonctions concentration-réponse ont été élaborées en se fondant sur des mesures rapportées d'aérosol de sulfates, il est incertain jusqu'à quel degré les résultats sont sous-estimés.

Étant donné les limites des données sur la qualité de l'air, les estimations des SO_4 ne sont disponibles que pour le centre et l'est du Canada. Il y a donc une grave omission des bénéfices potentiels de l'air plus propre dans l'ouest du Canada.

Les cobénéfices rapportés sont une estimation des bénéfices à la société qui pourraient être réalisés dans diverses régions du Canada à cause des impacts évités non commerciaux sur la santé et l'environnement qui découlent de l'analyse. Ces bénéfices pour la société représentent la valeur que placent les Canadiens sur ces cobénéfices telle

---

32 Le SO_4 ou aérosol de sulphate est principalement produit par l'oxydation du contenu de souffre dans les carburants fossiles au moment de leur combustion. Les grandes sources de combustion contenant du souffre comprennent le charbon, l'essence, le diesel, le carburant pétrole lourd et léger. Les sources afférentes de traitement du sulphate comprennent le sulphate de calcium dans la production de ciment et l'oxydation du souffre dans la fusion de minerais bruts.

que déterminée par les estimations de leur volonté de payer pour produire ces impacts évités. Dans le contexte de l'analyse des IES, la volonté de payer est le montant maximum d'argent ou d'autres biens qu'une personne est prête à verser afin d'éviter des impacts négatifs sur la santé ou sur l'environnement.

Tableau 7.5
Changement maximum de la concentration dans l'air ambiant

	SO_4 µg/m³	SO_2 µg/m³
MAM Voie 2 CA	0,76	3,97
SCMI Voie 2 CA	0,46	2,38
MAM Voie 3CA	0,76	4,01
MAM Voie 2 KL	0,57	3,01

Les changements dans l'ozone varient de moins d'une partie par 10^9 par année à Terre-Neuve (voie 2 du MAM) à 180 parties par 10^9 par année dans le sud de l'Ontario (voie 3 du MAM). Ces changements de l'indice d'ozone, mesurés au poste de surveillance de la qualité de l'air et implicite dans ces résultats, correspondent à un changement maximum de 0,5 partie par 10^9 de l'ozone moyen quotidien à l'heure de pointe.[33] Cela est plus ou moins équivalent aux changements de 5 à 10 p. 100 requis par les normes pancanadiennes. Le tableau 7.5 montre les changements maximum des SO_4 et des SO_2 selon la voie par rapport aux SO_X réduits selon l'interpolation de l'analyse utilisant le mécanisme de dépôt d'acide et d'oxydation.

Le tableau 7.6 montre des estimations des impacts physiques évités associés à la voie 2CA du MAM en 2010. Afin de placer ces impacts physiques en perspective, on estime que la pollution totale de l'air provoque environ 5 000 mortalités prématurées par an au Canada.[34] L'estimation de mortalité évitée dans cette voie est d'environ 3 p. 100 de ce chiffre. Ces estimations ne comprennent pas toute contribution des réductions de sulfates dans l'ouest du Canada.

Tableau 7.6
Effets physiques - 2010
Voie 2 CA du MAM

	Atlantique	Québec	Ontario	Ouest	Total
Mortalité	5	45	95	0	140
Admissions à l'hôpital (respiratoires/cardiaques)	5	50	110	0	160
Consultations à l'urgence	10	125	275	1	410
Bronchite chronique (adultes)	15	155	325	0	490
Bronchite aigüe (enfants)	200	1 950	4 300	0	6 450
Jours d'activité restreinte	3 000	31 000	78 000	1 000	115 000
Jours avec symptômes d'asthme	6 000	65 000	145 000	500	220 000
Jours avec symptômes aigus	20 000	210 000	480 000	2 000	715 000

On a tenté de séparer les effets graves des effets divers plus nombreux, pour éliminer le double comptage. Les effets sans danger sur la santé n'ont pas été comptés dans les effets physiques, mais sont inclus dans le calcul des effets financiers.

---

33 Cela tient compte de la contribution relative des émissions locales à la formation locale d'ozone de telle manière que les changements maximum de l'indice n'ont pas nécessairement lieu là où les valeurs maximum de base de l'indice interviennent.

34 Cette estimation est calculée à partir des résultats présentés dans *The Effects of the Urban Air Ambient Pollution Mix on Daily Mortality Rates in 11 Canadian Cities*, R. Burnett, S. Cakmak et J. Brook, Canadian Journal of Public Health, volume 89, n° 3.

Des impacts physiques ont été simulés pour deux ans, 2010 et 2020, et ensuite ils ont été convertis en termes monétaires pour produire des estimations économiques et bénéfices pour ces deux années. Une interpolation linéaire de 2000 à 2020 a ensuite été effectuée afin de calculer la valeur actuelle nette et le flux annualisé des bénéfices pour la période. Le tableau 7.7 présente une comparaison des cobénéfices économiques estimés associés aux quatre voies qui ont été examinées. Ces bénéfices excluent toute contribution des réductions de sulfates dans l'ouest du Canada.

Tableau 7.7
Cobénéfices estimés
(96 millions de $)

	Valeur nette actuelle		Valeur actualisée	
	7 %	10 %	7 %	10 %
MAM Voie 3 CA	6 200	4 500	580	520
MAM Voie 2 CA	6 000	4 300	550	500
MAM Voie 2 KL	4 500	3 200	410	370
SCMI Voie 2 CA	3 800	2 700	350	320

L'établissement du rang des voies à partir du plus grand nombre au moins grand nombre de cobénéfices suit l'ordre des rangs des voies selon les réductions des émissions de SO_X. Il fallait s'y attendre puisque la contribution principale au total des bénéfices provient en très grande partie des SO_4, qui sont un polluant secondaire formé dans l'atmosphère à partir des émission primaires de SO_X. Une conséquence importante de ces résultats est que le niveau global d'incertitudes des estimations totales est réduit puisque les émission de SO_X peuvent se modéliser assez facilement.

En comparaison des résultats du MAM, la voie 2KL produit beaucoup moins de cobénéfices nationaux. Il fallait s'y attendre puisque l'achat de permis internationaux dans le scénario KL réduit le niveau requis d'activités nationales. Ces activités d'atténuation nationale produisent des réductions des CAC et donc une qualité de l'air améliorée et la réalisation d'un plus grand nombre de cobénéfices d'IES pour le Canada. Cela signale l'arbitrage que comporte la réalisation des régimes internationaux d'échanges d'émissions de GES.

La question de l'existence de seuils n'a pas été réglée.[35] On a donc réalisé une analyse de sensibilité portant sur ce paramètre clé. Les résultats montrent que lorsque des seuils étaient utilisés par rapport au SO_4 et à l'ozone, les bénéfices économiques baissaient d'environ 50 p. 100.

Une donnée repère utile permettant d'évaluer ces résultats comporte la comparaison de ceux-ci aux autres analyses de cobénéfices réalisées dans des pays étrangers. Un certain nombre d'études de pays industrialisés et en développement ont été récemment effectuées à ce sujet. En 2010, ces analyses indiquent une fourchette de 3 à 5 $ la tonne de CO_2. Ce

35 Un seuil est un niveau de concentration ambiante pour un polluant donné sous lequel des impacts négatifs pour la santé et l'environnement n'ont pas lieu.

sont des bénéfices moyens et ils ne devraient pas être comparés avec les coûts marginaux des modèles énergie-technologie. Cette fourchette est comparable à celle d'études semblables effectuées aux États-Unis.

Les estimations de cobénéfices ne devraient pas être comparées aux changements du PIB, mais il pourrait exister des similitudes entre les cobénéfices et les coûts des modèles énergie-technologie. Cependant, ces estimations de coût excluent les coûts en bien-être et l'évaluation du cobénéfice porte seulement sur une portion des bénéfices. C'est pour cette raison qu'elles ne devraient pas être comparées dans la présente analyse.

Il existe une préoccupation légitime au sujet de la « double comptabilisation» des bénéfices découlant de l'amélioration de la qualité de l'air. Il faut être prudent dans l'établissement d'une base de référence pour la politique. L'analyse des IES utilise les PECMJ comme référence de la politique. Ces hypothèses sont assez sévères parce qu'elles incluent seulement les politiques futures qui ont été bien exprimées. Dans ce cas, les cobénéfices de l'air propre sont attribués aux mesures d'atténuation des GES puisqu'il n'y pas de politique future d'air propre dans le MSQ. Par exemple, les cobénéfices de l'atténuation des GES qui sont créés par les réduction des SO_2 ne peuvent aussi être attribués aux nouvelles activités portant sur les pluies acides. C'est parce que les activités d'atténuation du changement climatique, en réduisant les émissions de SO_2, changent la donnée de référence des émissions de SO_2 à la baisse, de telle sorte que l'on doit référencer les nouvelles émissions causées par les pluies acides à une nouvelle donnée de base plus basse des émissions de SO_2. Il faut être prudent dans les analyses des problèmes de l'air concernant la base de référence pour que les mêmes bénéfices de réduction des émissions ne soient pas dénombrés deux fois. Il est important de savoir que les hypothèses entourant la politique de la base de référence ont un impact à la fois sur les coûts et les bénéfices.

Des incertitudes affectent les résultats dans trois catégories :

- les incertitudes en matière de politiques, p. ex. la mise en œuvre des normes pancanadiennes pour les particules et l'ozone;
- la conversion des mesures et des options des Tables de concertation dans les modèles énergie-technologie dans le contexte de la technologie future;
- les inexactitudes découlant de la chaîne d'analyse dans le calcul des résultats quantitatifs sur les IES.

L'attention porte sur la troisième catégorie puisque l'incertitude entourant la politique et les technologies futures sont décrites ailleurs.

Voici les qualifications pour les principales incertitudes entourant les IES :

- les estimations du SO_X produit par la consommation d'énergie sont raisonnablement exactes puisque le contenu en souffre des carburants est bien connu;

- les changements des NO_X et COV sont assez incertains, mais sont moins importants pour les estimations des bénéfices des IES (les bénéfices de la réduction de l'ozone sont limités par rapport aux bénéfices de la réduction des sulfates);

- l'analyse de la qualité de l'air ambiant était fondée sur l'interpolation d'une modélisation photochimique complexe;

- les incertitudes entourant les impacts environnementaux et sur la santé découlant des changements de la qualité de l'air ambiant sont explicitement démontrées dans des fourchettes d'incertitudes dans les estimations du MEQA.

L'incapacité à prévoir avec exactitude les technologies futures a été signalée comme ayant un effet significatif sur l'analyse des IES. L'absence d'impact des particules dans l'ouest du Canada laisse entendre que des bénéfices sont absents pour une grande partie du Canada. L'utilisation du SO_4 seulement comme mesure des particules occulte le potentiel d'une détérioration de la qualité de l'air qui pourrait provenir de la combustion de la biomasse tel que l'indiquent les résultats de la voie 2 du MAM.

7.4. Évaluation qualitative

L'évaluation qualitative porte principalement sur les voies 3 et 4 puisqu'elles représentent la comparaison la plus intéressante du point de vue de l'évaluation stratégique des politiques. Les points clés des comparaisons relatives sont les suivants :

L'importance relative accordée aux réductions du secteur de l'électricité dans la voie 4 a mené à une moins grande consommation de charbon et aux diminutions conséquentes de dépôts acides et de particules d'aérosol de sulfates. Cependant, l'utilisation accrue de grands aménagements hydroélectriques peut mener à la fragmentation de l'habitat et au dégagement biogénique de mercure.

L'importance relative accordée aux réductions des secteurs des transports et de l'industrie dans la voie 3 mènera probablement à des émissions plus basses de NO_X et de COV, laissant entendre une moins grande formation d'ozone des basses couches de l'atmosphère. Cela indique des bénéfices accrus de santé des citadins et des impacts moins importants d'ozone sur la productivité agricole.

En ce qui concerne la possibilité complémentaire de l'analyse quantitative des IES, l'évaluation qualitative a mené aux principaux points suivants :

- La pénétration possiblement importante de la combustion de la biomasse, telle que prévue par les résultats du MAM, pourrait potentiellement mener à des problèmes de particules dans les villes. Les décideurs doivent envisager des normes portant sur la consommation de carburants de remplacement afin d'assurer qu'il existe un bénéfice entourant les GES provenant de la consommation de carburants de remplacement sans accroître les émissions nocives de particules.

- L'utilisation des mécanismes de souplesse de Kyoto par le Canada, comme le laissent entendre les scénarios *Kyoto lâche* et *serré*, signifiera moins d'impacts bénéfiques sur les IES au Canada.

- Le transport sur de grandes distances des métaux lourds (mercure, plomb, cadmium) jusqu'à l'Arctique pourrait diminuer en conséquence d'une moins grande combustion de carburants fossiles. Bien que ce ne sont pas tous les dépôts de métaux lourds qui proviennent de sources canadiennes, une réduction de la dépendance du Canada sur les carburants fossiles pour la combustion mènerait à une certaine baisse des dépôts de métaux lourds dans l'Arctique.

7.5. Travaux futurs

C'est la première fois qu'une analyse aussi détaillée des impacts environnementaux et sur la santé a été entreprise au Canada. Elle représente clairement à la fois une étape clé et un point de départ. Lors de l'atelier organisé en août par le FAECC, les intervenants ont exprimé leurs préoccupations que des ressources insuffisantes avaient été réservées à ce domaine et qu'il n'y avait pas assez de temps pour effectuer ce travail. Ces commentaires appuient clairement le besoin des recherches additionnelles et de travaux sur les impacts environnementaux et sur la santé associés aux changements dans la pollution de l'air. Plus particulièrement :

Données CAC historiques - Des améliorations peuvent être effectuées dans la couverture et l'exactitude des données de référence. L'information est actuellement recueillie sur une base volontaire et on devrait envisager l'implantation d'une disposition obligatoire produisant cette information.

P*rojections CAC* - Le changement technologique est un intrant exogène dans le modèle des CAC. Il faut permettre une plus grande emphase sur les tentatives d'estimation du potentiel de changement technologique.

Modèles de la qualité de l'air - Le lien le plus faible dans le cadre analytique est la méthode utilisée pour estimer les changements de la qualité de l'air. Un grand

nombre de résultats de modélisations ont été examinés et utilisés afin d'estimer les changements de la qualité de l'air associés aux activités d'atténuation des GES. Il n'a pas été possible, par manque de temps et de ressources, de faire fonctionner ces modèles détaillés. À l'avenir, il faudrait envisager la création de versions simplifiées de ces modèles de la qualité de l'air afin de faciliter leur utilisation dans l'analyse des politiques.

Modèle d'évaluation de la qualité de l'air - L'amélioration la plus importante qui pourrait être faite au MEQA est d'accroître le nombre d'impacts environnementaux que le modèle peut examiner.

Analyse intégrée des politiques - Les préoccupations entourant la double comptabilisation et les conséquences des mesures sur le changement climatique par rapport à la qualité de l'air met en lumière l'utilité d'une analyse davantage intégrée des options de politiques sur le changement climatique et sur l'air propre.

Chapitre 8
Conclusions

En avril 1998, les ministres de l'Énergie et de l'Environnement du fédéral, des provinces et des territoires ont lancé la Stratégie nationale de mise en œuvre sur le changement climatique, une enquête à large portée sur la faisabilité et les conséquences de l'engagement du Canada en regard du Protocole de Kyoto.

Le Groupe d'analyse et de modélisation (GAM) est un d'un certain nombre de Tables de concertation et de groupes de travail qui ont été formés afin d'étudier les diverses dimensions du défi posé par le Protocole de Kyoto. La tâche principale du GAM était d'entreprendre l'analyse intégrée des options, des analyses associées et des autres suggestions présentées par les Tables de concertation. Le GAM a effectué cette analyse d'une manière ouverte, transparente et étapiste afin d'assurer l'examen général des résultats par les intervenants.

L'approche analytique à la synthèse a tenu compte d'une série complexe d'ensembles de politiques parmi d'autres éléments importants conçu par le Comité de coordination national sur les problèmes atmosphériques et auxquels on se réfère par l'appellation « voies » et hypothèses du cadre d'analyse.

Les résultats de la synthèse présentés dans ce rapport ne devraient pas être considérés comme un plan d'action. Il vaudrait mieux décrire les résultats comme un exercice « d'établissement de l'ampleur ». Ils fournissent aux responsables des politiques une orientation par rapport à certains des enjeux fondamentaux afférents à l'atteinte de l'engagement par rapport au Protocole de Kyoto.

Il est important de savoir que la mise en œuvre de l'accord de Kyoto au Canada passerait probablement par un « ensemble » de mesures. Certains éléments de cet ensemble viseraient la réduction des émissions. D'autres viseraient à atténuer la disparité de l'impact des mesures de réduction des émissions sur l'ensemble des secteurs et des régions. L'analyse présentée dans le présent rapport envisage principalement les mesures de réduction des émissions, l'impact global d'un « ensemble » complet de politiques devant toujours être analysées.

Afin d'évaluer systématiquement les diverses combinaisons de voies et de scénarios, le GAM a lié ensemble un certains nombre de modèles spécialisés provenant du secteur privé ou du gouvernement dans une structure globale de modélisation. L'approche de base a été d'utiliser des micromodèles afin d'agréger les impacts directs des diverses combinaisons de voies et de scénarios pour ensuite utiliser ces résultats comme intrants

aux macromodèles et aux modèles sur les impacts sur l'environnement et la santé. Pour obtenir cette séquence, le GAM a imposé l'hypothèse sur les résultats de la micromodélisation que la production économique, c'est-à-dire les tonnes d'acier, les volumes de produits chimiques, la production de carburants fossiles, etc., ne changeait pas. Une exception à cette contrainte de production fixe a été de permettre la fluctuation des kilomètres parcourus dans le secteur des transports puisque l'intention des mesures de ce secteur était en fait de changer les habitudes des conducteurs. Les macromodèles, par contre, incorporent tous les liens et portent sur les enjeux des politiques entourant le commerce, la compétitivité et le régime fiscal et monétaire.

Bien que les résultats quantitatifs tirés des modèles SCMI, MAM, MI et MEGMSC soient différents, les conclusions qualitatives s'appliquent aux quatre séries de résultats et les messages principaux sont cohérents dans l'ensemble des cadres analytiques.

Principales leçons

On a demandé au GAM de s'intéresser à la question suivante : Quelles sont les conséquences économiques et environnementales pour le Canada de l'atteinte de l'objectif de Kyoto? Bien qu'elle ne représente pas une réponse définitive, l'analyse fournit des éclairages importants sur cette question. Les principales « leçons » sont les suivantes :

- Au plan national, l'atteinte de l'objectif produit des impacts économiques négatifs soutenus et à long terme. Éventuellement, la réduction du produit intérieur brut (PIB) par rapport au statu quo varie de 0 à 3 p. 100 selon la combinaison de voies et de scénarios.

  Il est important de fournir une perspective sur ces estimations. Par exemple, une réduction du PIB de 3 p. 100 en 2010 signifie que, au cours de la décennie, l'économie va croître d'environ 26 p. 100 plutôt que de 30 p. 100 tel que prévu dans le cas de référence. Cela est l'équivalent de la perte d'environ une année de croissance ou, en termes absolus, en 2010, une perte de production économique annuelle d'environ 40 milliards $ (ou 1 100 $ par personne).

- Les impacts globaux sur le PIB varient dans le temps. Au début, il y a une modeste augmentation de l'activité économique en réaction à l'investissement accru dans les technologies de réduction des émissions. Par la suite, les coûts de production plus élevés, la détérioration de la compétitivité et les revenus réduits se combinent cependant pour réduire le PIB à un point inférieur à celui du statu quo. L'analyse suggère aussi que le processus d'ajustement peut se terminer après 2010.

- Les impacts sur le PIB des provinces s'approchent en général de 1,5 point de pourcentage de l'impact national moyen. La position relative de chaque province

varie généralement selon le scénario. Dans le scénario *le Canada agit seul*, Terre-Neuve, l'Île-du-Prince-Édouard, le Québec et la Colombie-Britannique sont moins touchés par rapport à la moyenne nationale, alors que l'Ontario et la Saskatchewan subissent un plus grand impact négatif. L'impact sur l'Alberta se situe prêt de la moyenne nationale. Les résultats pour la Nouvelle-Écosse, le Nouveau-Brunswick et le Manitoba varient d'une étude à l'autre.

Dans les scénarios internationaux, Terre-Neuve, l'Île-du-Prince-Édouard et la Colombie-Britannique demeurent dans la catégorie la « moins affectée » et le Manitoba se joint à elles. La Saskatchewan demeure dans la catégorie la « plus affectée », qui comprend maintenant l'Alberta et le Nouveau-Brunswick. Par contre, l'impact sur le PIB de l'Ontario est moins grand que dans le scénario *le Canada agit seul*, s'approchant de la moyenne nationale. La position du Québec est essentiellement stable dans tous les scénarios, bien qu'une étude indique que son PIB serait de façon uniforme plus élevé que dans le statu quo. En ce qui concerne la Nouvelle-Écosse, une étude indique des impacts plus lourds que la moyenne nationale alors qu'une autre montre le contraire.

- Les résultats indiquent le potentiel d'une variation considérable des impacts sur le PIB d'une industrie à l'autre. Malheureusement, il est impossible de cerner sans ambiguïtés les secteurs qui seraient touchés négativement ou positivement puisque la variation dans l'industrie n'est pas uniforme selon les modèles et les voies.

- Le plus grand potentiel de réduction d'émissions semble résider dans le secteur de la production d'électricité, soit une réduction de 40 à 60 p. 100. Deux activités, la capture et l'entreposage du CO_2 dans des aquifères en Alberta et en Saskatchewan ainsi que le commerce interprovincial d'hydroélectricité amélioré, notamment du Manitoba et du Québec vers l'Ontario, représentent la plus grande partie de ce potentiel.

- Les politiques visant la réduction des gaz à effet de serre vont à la fois réduire la consommation d'énergie et encourager le remplacement des carburants habituels par d'autres carburants à moins grande intensité carbonique.Toutes les analyses indiquent certaines baisses par rapport au statu quo de la production et de la consommation pétrolière et de charbon. Il est intéressant de constater que la consommation de gaz naturel baisse aussi en grande partie à cause de la capture et de l'entreposage du CO_2 et que l'accroissement du commerce interprovincial d'hydroélectricité réduit l'attraction de la production d'électricité par des centrales s'alimentant au gaz. Si ces options n'étaient pas pleinement disponibles, la demande en gaz naturel augmenterait.

- Le secteur industriel, notamment les industries pétrolières et gazières, ainsi que le secteur des transports, doivent relever de grands défis pour atteindre d'importantes réductions des émissions.

- Si le Canada agissait seul pour atteindre l'objectif de Kyoto, le coût marginal des réductions en 2010 pourrait varier de 40 à 120 $ la tonne de CO_2. Si ces coûts étaient incorporés dans les prix de l'énergie, les prix de l'essence augmenteraient de 13 à 35 p. 100, les prix du gaz naturel (pour consommation résidentielle) de 30 à 75 p. 100 et les prix du charbon de 300 à 800 p. 100 en moyenne.

- Le résultat des négociations entourant les puits de la foresterie et de l'agriculture est un facteur important dans le coût pour le Canada de l'atteinte de l'objectif de Kyoto. Selon une estimation, une hypothèse pessimiste concernant ce résultat dont l'effet accroît l'écart d'environ 20 p. 100, il y a une augmentation du coût de la réduction marginale de 57 à 100 $ la tonne de CO_2. Ce résultat indique aussi que la courbe du coût de réduction des émissions au Canada, construite sur la base de l'analyse et des suggestions des Tables de concertations, devient de plus en plus abrupte alors qu'on atteint l'objectif.

- L'analyse appuie l'argument que la compétitivité, mesurée par les changements de la productivité, sera négativement affectée par l'atteinte de l'objectif de Kyoto. L'impact est quelque peu atténué si les partenaires commerciaux du Canada sont aussi engagés à atteindre leurs objectifs et que le Canada a accès à des mécanismes de souplesse. Cependant, dans ce scénario, les partenaires commerciaux du Canada feront aussi face à des réductions de leurs activités économiques, ce qui produira des conséquences adverses pour le rendement des exportations canadiennes. Au plan nationale, l'impact net de ces deux forces est de réduire la baisse du PIB d'environ 0,5 point de pourcentage.

- L'analyse appuie fortement la conclusion que passer de cibles de secteurs individuels à un objectif pour l'ensemble de l'économie produira l'effet souhaité à un coût considérablement plus faible. De plus, les objectifs par secteur ne répartissent pas également la charge économique dans tous les secteurs.

- Sur la base de la modélisation préliminaire de certaines caractéristiques de l'échange des permis d'émissions, cet instrument peut être considéré comme un mécanisme rentable permettant d'atteindre des émissions dans les secteurs industriel et de l'électricité. Cependant, l'analyse jusqu'à maintenant souligne l'importance de la conception d'un tel instrument, notamment le mécanisme d'allocation des permis. Chaque méthode d'allocation comporte différents effets distributifs sur l'économie.

- Les mesures et les activités pour atteindre l'objectif de Kyoto doivent aussi produire des réductions des sulfates, de l'ozone et des autres polluants atmosphériques. Ces réductions produiront des bénéfices auxiliaires tirés de l'amélioration de la qualité de l'air et de l'amélioration de la santé des êtres humains. Ces cobénéfices sont immédiats, locaux et raisonnablement certains et

peuvent être une grande contribution à l'atteinte des objectifs d'air propre tel qu'énoncé dans l'Initiative pancanadienne sur les normes.

- L'analyse indique que les bénéfices sociaux de ces améliorations de la santé des êtres humains se situent à une valeur d'environ 300 à 500 millions de dollars par an. La plus grande partie de cette valeur découle du risque réduit de mortalité. Ces bénéfices sociaux représentent la valeur placée par les Canadiens sur ces cobénéfices, telle que déterminée par des estimations de leur volonté de payer pour atteindre ces impacts évités. Ils ne sont pas comparables aux impacts sur le PIB cités plus haut. Ces estimations ne couvrent pas l'ensemble des polluants et ne comprennent pas les réductions des sulfates dans l'ouest du Canada.

- Bien qu'une dépendance accrue sur les mécanismes internationaux pour réduire les gaz à effet de serre réduit le coût de l'atteinte de l'objectif de Kyoto pour le Canada, elle réduit aussi les bénéfices nationaux en ce qui concerne la propreté de l'air. L'analyse indique que cette réduction des bénéfices sociaux est de l'ordre de 200 millions de dollars par an.

Le GAM reconnait qu'il y a plusieurs incertitudes concernant les projections de cette nature, comme cela a été indiqué plus tôt. Afin de tester la robustesse de « l'ampleur », différentes analyses de sensibilité ont été effectuées. Les trois domaines les plus importants sont les puits de la foresterie et de l'agriculture, la capture et l'entreposage du CO_2 et le commerce interprovincial de l'électricité. De ces trois, l'effet le plus remarquable est produit par les puits de la foresterie et de l'agriculture. Cela s'explique par l'hypothèse que 16 Mt de CO_2 ont été séquestrés sans aucun coût. Cela serait aussi l'équivalent d'accroître « l'écart » de 16 Mt. Cette analyse de sensibilité particulière souligne l'importance des hypothèses utilisées dans l'analyse et la signification du cas de référence.

L'analyse est la plus utile lorsqu'elle réussit à régler des problèmes. Même si elle ne réussit pas, elle est tout de même valable si elle signale des lacunes dans notre compréhension. Le GAM a cerné les domaines suivants où des analyses plus approfondies produiraient un éclairage utile.

- Il faut un effort beaucoup plus grand afin de mesurer les bénéfices et les coûts en bien-être. Il faudrait se concentrer sur les conséquences des initiatives du secteur des transports et ses changements au « mode de vie ».

- Un certain progrès a été fait pour cerner les impacts sur la compétitivité, mais une compréhension beaucoup plus précise de cette situation est requise. Il faut notamment évaluer l'importance de la question des « fuites »: la possibilité que certaines industries perdront des occasions commerciales et des investissements à des pays qui ont des coûts moins élevés ou aucun coût pour leur industrie dans le cadre du Protocole de Kyoto.

- Il faut une analyse beaucoup plus approfondie des conséquences des différentes approches à la conception du système d'échange d'émissions. Le domaine prioritaire suggéré est le mécanisme d'allocation.

- Il faut effectuer des analyses plus spécifiques sur les provinces. Les modèles macro actuels produisent des estimations des impacts provinciaux en répartissant les résultats nationaux selon la composition industrielle de chaque province. Cette approche est raisonnable si les caractéristiques de l'industrie sont semblables d'une province à l'autre, mais elle est moins utile si tel n'est pas le cas. Des tests plus directs de cette hypothèse sont requis.

- Les hypothèses concernant comment les États-Unis pourraient répondre aux exigences du Protocole de Kyoto sont trop simplistes pour permettre la compréhension des façons complexes que nos politiques sur le changement climatique pourraient affecter l'économie du Canada et les options en matière de politique.

- Jusqu'à maintenant, l'analyse n'a pas modélisé de façon exhaustive comment les autres partenaires commerciaux du Canada pourraient réagir à leurs engagements au titre du Protocole de Kyoto.

- Malgré de grands progrès, l'analyse quantitative des cobénéfices nécessite d'autres travaux.

Annexe 1

The Conference Board of Canada

Le Conference Board du Canada

CERI
CANADIAN ENERGY RESEARCH INSTITUTE

Forum d'analyse économique sur le changement climatique

L'AVENIR : Perspectives des intervenants

Le 31 août 2000

Forum d'analyse économique sur le changement climatique

Résumé

Le rapport intitulé « L'avenir : Perspectives des intervenants » du FAECC, tel que présenté ici, est un recueil de points de vue des diverses parties participant au Processus national sur le changement climatique (PNCC). Les principaux objectifs du projet « L'avenir » sont de caractériser les dimensions analytiques des « activités non terminées » et des recherches futures. Notamment, le projet vise à cerner et à décrire :

- l'analyse qu'il aurait été utile de faire si il y avait eu suffisamment de temps et de ressources;

- les lacunes des données découvertes par le PNCC;

- les analyses de sensibilité qui apporteraient des éclairages futurs et utiles aux travaux existants;

- les améliorations au processus pour considération future.

Selon les rapports des ateliers du FAECC au cours de18 mois et des entrevues structurées avec les intervenants et les modélisateurs, les messages clés pour « l'avenir » ont été regroupés selon les six thèmes et besoins suivants.

1. Encadrer l'analyse. Il existe un besoin d'établir des objectifs, des questions et des contextes décisionnels clairs pour orienter les analyses futures.

Les choix d'analyse et de modélisation doivent être menés par les questions et les décisions qu'ils visent à informer. Bien que l'objectif global de l'exercice, c'est-à-dire d'examiner les coûts, les bénéfices et les impacts sur le Canada de la mise en œuvre de l'objectif de Kyoto étaient clairs, les objectifs perdent leur clarté aux niveaux plus détaillés. Les Tables de concertation ont parfois manqué de clarté au sujet de leurs objectifs et les modélisateurs étaient parfois obscurs au sujet de ce qu'ils allaient produire. Étant donné la participation d'un groupe aussi nombreux et divers d'intervenants, il fallait une solide coordination. Par exemple, si les Tables avaient connu la composition des voies et des scénarios avant de commencer leurs travaux, les options qu'elles ont proposées auraient pu être différentes.

L'utilisation de la structuration des décisions et autres techniques d'analyse décisionnelle permettra aux analyses futures d'être plus précisément définies. Ceci à son tour produira des bénéfices en ce qui concerne l'appariement des forces des modèles aux questions et des intrants séquentiels requis de diverses sources.

2. Développement des capacités institutionnelles. Il est nécessaire d'assurer que le Canada ait une capacité à long terme lui permettant de relever les défis analytiques futurs.

Étant donné que l'atténuation du changement climatique sera un processus à long terme comportant plusieurs incertitudes et que les activités d'atténuation du Canada seront elles aussi à long terme, on s'inquiète de la capacité institutionnelle de traiter de cette question à court comme à long termes. De nombreux commentaires ont été faits au sujet de la contrainte temporelle (deux ans) pour une entreprise aussi ambitieuse que le PNCC actuel. Les modélisateurs ont besoin d'occasions, hors des contraintes d'échéances serrées, pour comprendre les intrants de données et les structures des autres modèles. Certains cadres de modélisation individuels nécessitent un développement supplémentaire et une capacité intégrée de modélisation est requise pour traiter de façon cohérente les divers éléments analytiques. On a reconnu que le processus a perfectionné une grande partie du « capital humain » par l'entremise des relations personnelles et que la préservation de ce capital est essentielle au développement des capacités analytiques à long terme.

3. Processus itératifs. Il est nécessaire de faire participer les intervenants et les modélisateurs aux processus parallèles et itératifs de compréhension mutuelle.

Si l'analyse et la modélisation sont considérées être des moyens pour atteindre une meilleure compréhension, alors les intervenants et les modélisateurs ont besoin d'un processus « réciproque ». Un choix précoce des cadres de modélisation, comportant des réalisations préliminaires fournies par les modélisateurs, aurait produit de nombreuses leçons pour les intervenants et les modélisateurs. Le travail des modélisateurs avec les membres des Tables de concertation aurait produit des réactions naturelles et continues afin de régler les problèmes tels que la représentation de la technologie, les lacunes des données et l'agrégation sectorielle. Un processus d'examen par les pairs pour les Tables peut avoir amélioré la qualité des options proposées dans la synthèse.

4. Données inadéquates. Il est nécessaire d'assurer qu'un processus coordonné et à long terme est créé afin de combler les lacunes des données, guidé par la valeur de l'information dans des contextes décisionnels.

Le processus a fourni l'occasion de cerner, et dans certains cas de régler, les problèmes entourant les données qui sont absentes ou qui sont incertaines ou des données dans de « mauvais formats ». Une prochaine étape importante est de régler les problèmes des lacunes des données cernées par l'analyse et le processus de modélisation jusqu'à maintenant. Cependant, il est coûteux d'acquérir et de maintenir des données et cela doit être orienté par la valeur de l'information pour les décisions futures prévues. Globalement, il est nécessaire d'améliorer le niveau de confort entourant les intrants utilisés à diverses étapes de l'analyse.

5. Maîtriser l'incertitude. Il existe une besoin d'analyse qui appuie l'élaboration de stratégies qui seront robustes par rapport à une gamme de résultats incertains.

L'enjeu du changement climatique est semé d'incertitudes. Mettons de côté les incertitudes « scientifiques », il y en a de nombreuses qui proviennent des domaines de la technologie, de l'économique, des politiques et des accords internationaux. Ces problèmes sont rendus plus graves lorsque les incertitudes doivent être transférées d'un cadre analytique à un autre. Les analyses de sensibilité et les méthodes de scénario sont deux des principaux moyens de maîtrise de l'incertitude qui ont été examinés dans le cadre de ce processus. Leur utilisation pourrait être étendue et d'autres outils de maîtrise de l'incertitude pourraient être examinés.

6. Communiquer les résultats. Il est nécessaire d'assurer que la communication de ces résultats représente clairement le niveau d'incertitude et souligne jusqu'à quel point les résultats sont préliminaires.

Il faut régler d'importantes questions en ce qui concerne la communication des résultats à un groupe plus large. Il faut déterminer ce qui devrait être communiqué et ce qui est prêt à être communiqué. Il est très important de distinguer entre les données et l'information lorsqu'on communique les résultats. La présentation des résultats résumés devra être faite d'une manière qui identifie clairement le niveau d'incertitude et qui représente correctement la nature préliminaire de ces résultats. On a suggéré que les ateliers, les communiqués et les autres moyens de communication professionnelle des résultats devraient être utilisés.

Après la RMM

En plus d'examiner le PNCC jusqu'à maintenant, il est important d'envisager l'avenir après la réunion mixte des ministres. L'analyse terminée jusqu'à maintenant constitue une première étape importante. Il faut toujours combler plusieurs lacunes et l'analyse et la modélisation futures devraient se concentrer beaucoup moins sur les grands impacts sur l'économie nationale et beaucoup plus sur une étude détaillée des mesures de politiques individuelles prometteuses capables d'amener le Canada vers l'atteinte de son objectif de Kyoto et vers les périodes d'engagement après 2012. Il est particulièrement important de lancer dès maintenant le travail de conception détaillé d'un grand instrument économique tel que l'échange national d'émissions.

Bibliographie

Canada. Ministère des Finances, Division des études économiques et de l'analyse des politiques. 2000. *A Computable General Equilibrium Analysis of Greenhouse Gas Reduction Paths and Scenarios.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Groupe d'analyse et de modélisation. 2000. *Documents de travail sur la ventilation des données de l'Atlantique.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Groupe d'analyse et de modélisation. 1999. *Perspectives des émissions du Canada : Mise à jour.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation du changement climatique sur l'agriculture et l'agroalimentaire 2000. *Réduire les émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole canadien.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur les bâtiments. 2000. *Rapport sur les options du secteur commercial/institutionnel.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur les bâtiments. 1999. *Rapport sur les options du secteur résidentiel.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur les crédits pour actions hâtives. 1999. *Rapport de la Table de concertation sur les crédits pour actions hâtives.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur l'électricité. 1999. *Rapport sur les options.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur les nouvelles mesures volontaires. 1999. *Rapport sur les options.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Sous-groupe sur les impacts sur l'environnement et la santé du Groupe d'analyse et de modélisation. 2000. *Cobénéfices environnementaux et sur la santé, des activités visant à atténuer les changements climatiques.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur les produits forestiers. 1999. *Options de contributions du secteur forestier à la Stratégie nationale de mise en oeuvre du Canada pour le Protocole de Kyoto.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur l'industrie. 2000. *Aperçu général.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur l'industrie. 1999. *Raffinage des produits pétroliers : analyse au niveau des usines des conséquences sur les coûts et la compétitivité des réductions des émissions de gaz à effet de serre.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur l'industrie. 1999. *Rapport sur les options et d'analyse pour le secteur des produits chimiques industriels et des résines synthétiques.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur l'industrie. 1999. *Rapport sur les options de l'industrie de l'aluminium.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur l'industrie. 1999. *Rapports sur les options des secteurs du ciment et du béton.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur l'industrie. 1999. *Rapport sur les options du secteur des minerais industriels.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur l'industrie. 2000. *Rapport sur les options et d'analyse au niveau des usines de fer et d'acier.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur l'industrie. 1999. *Rapport sur les options de l'industrie des métaux semi-ouvrés.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur l'industrie. 1999. *Rapport sur les options de l'industrie en amont du pétrole et du gaz.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur l'industrie. 1999. *Autres fabrications : possibilités techniques de réduction des émissions de gaz à effet de serre.* Ébauche.

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur l'industrie. 2000. *Options, politiques et mesures de réduction des gaz à effet de serre dans l'industrie canadienne de fabrication de matériel de transport.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur les mécanismes de Kyoto. 1999. *Rapport sur les options.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur les municipalités. 1999. *Rapport sur les options de la Table de concertation sur les municipalités.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table sur les puits. 1999. *Utilisations des terres, changements de l'utilisation des terres et foresterie au Canada et le Protocole de Kyoto.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur la technologie. 1999. *Accroître l'innovation technologique pour atténuer les émissions de gaz à effet se serre.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Groupe de travail sur les permis échangeables. 2000. *L'utilisation de permis échangeables pour aider à atteindre des objectifs nationaux portant sur les gaz à effet de serre.*

Canada. Processus national sur le changement climatique. Table de concertation sur les transports. 1999. *Les transports et le changement climatique : options d'action.*

Forum d'analyse économique sur le changement climatique. 1999. *Rapport final de projet : les mécanismes de Kyoto.* Rapport préparé pour le GAM.

Forum d'analyse économique sur le changement climatique. 2000. *Aller de l'avant : perspectives des intervenants.* Rapport préparé pour le GAM.

Energy Information Administration. U.S. Department of Energy. 1998. *The Impacts of the Kyoto Protocol on U.S. Energy Markets.*

Energy Research Group/ MK Jaccard and Associates. 2000. *Integration of GHG Emission Reduction Options Using CIMS.*

Energy Research Group/ MK Jaccard and Associates. 2000. *Modelling of Energy / Technology Actions and Measures for Reducing Greenhouse Gas Emissions in the Industrial Sector (The Industry Challenge).* Préparé pour le Groupe d'analyse et de modélisation.

HALOA, Inc. 2000. *Integrated Analysis of Options for GHG Reduction with MARKAL.*

Hirshhorn, Ronald. 1999. *Characteristics of the Canadian Economy and the Implications for Climate Change.* Rapport préparé pour Industrie Canada.

Informetrica, Ltd. 2000. *Macroeconomic Impacts of GHG Reduction Options: National and Provincial Effects.*

Plourde, André. 1999. *Competitiveness and the National Implementation Strategy: Elements of a Framework Analysis*. Rapport préparé pour le Groupe d'analyse et de modélisation.